



Véhicules autonomes : quelle action publique pour quels futurs possibles ?

Nicolas BOURGEON Directeur Mensia Conseil,

Membre du Cercle des Transports

Jean-Noël CHAPULUT Ingénieur général honoraire des Ponts-et-Chaussées,

Membre du Cercle des Transports

Jean COLDEFY Consultant

Vincent CUFFINI VALERO Consultant Mensia Conseil

Hervé NADAL Président Mensia Conseil,

Membre du Cercle des Transports

Olivier PAUL DUBOIS TAINE Ingénieur général honoraire des Ponts-et-Chaussées,

Membre du Cercle des Transports

Sommaire :

Introduction	3
1 Le véhicule autonome en système :	5
2 Les futurs possibles : 6 scénarios exploratoires de déploiement du véhicule autonome	7
2.1 Scénario 1.1 : mixité totale des circulations humaines et autonomes	10
2.2 Scénario 1.2 : déploiement d’une offre non exclusive de voitures-services	11
2.3 Scénario 2.1 : zonage réservé à la voiture autonome	12
2.4 Scénario 2.2 : zonage réservé à la voiture-service	13
2.5 Scénario 3.1 : fin de la conduite humaine	14
2.6 Scénario 3.2 : fin de la voiture personnelle	15
3 Premières analyses de ces différents scénarios	16
3.1 Les scénarios de déploiement du véhicule autonome au regard des attentes des acteurs	16
3.2 Présentation des conditions de faisabilité des différents scénarios	20
3.3 Esquisse de la trajectoire permettant l’atteinte des différents scénarios	23

Introduction

Il est désormais courant d'entendre les décideurs politiques évoquer la révolution des transports à venir permise par l'avènement du véhicule autonome et ses multiples conséquences sur les comportements et sur le fonctionnement des villes. Les industriels et la presse généraliste relaient également le récit selon lequel les multiples vertus du véhicule autonome lui assureront une diffusion rapide et massive qui changera considérablement nos vies à l'image de la diffusion des smartphones.

Les promesses portées par le véhicule autonome¹ sont effectivement grandes. Il est appelé à bouleverser les usages en modifiant :

- le **rapport à la mobilité** en offrant une perception modifiée de l'utilité du temps de déplacement et l'accès potentiellement simplifié à la mobilité automobile pour certaines populations qui en sont éloignés ;
- le **rapport à l'objet automobile et à sa propriété** : un niveau de service dans des conditions économiques qui peuvent remettre en cause l'intérêt de la propriété d'un véhicule particulier dans de nombreux cas, une dimension servicielle qui entre en résonance avec les tendances actuelles autour de la valorisation de la « légèreté » (au sens où l'entend Gilles Lipovetsky), une dimension logicielle et virtuelle, avec portabilité des préférences individuelles et d'éléments de personnalisation, qui va peu à peu concurrencer la dimension mécanique et physique, voire esthétique de la voiture ;
- le **rapport à l'espace public et donc à la ville** : des besoins différents que ce soit en matière de déplacement ou de stationnement, ainsi que d'« adhérence » et de relation aux lieux, et donc un partage à repenser avec les autres véhicules, les autres modes et les autres usages.

Toutes choses égales par ailleurs, la diffusion des véhicules autonomes serait donc amenée à faciliter la mobilité automobile (qu'il s'agisse de confort, de possibilité de se déplacer seul sans permis, voire de temps de parcours via l'optimisation permise par l'automatisation) sans nécessairement en renchérir beaucoup le coût pour l'automobiliste, ce qui fatalement aurait tendance à accroître l'usage de l'automobile et les distances que les personnes seront prêtes à parcourir. Ces promesses pourraient donc avoir leur versant plus négatif puisque, si, dans le même temps ne se développent pas de nouveaux usages favorables à une forme ou une autre (commerciale, mutualiste ou collective) de partage des véhicules autonomes, le problème de l'impact socio-environnemental de l'automobile et de sa compatibilité avec la rareté de l'espace caractéristique de l'urbain restera entier.

Il semble donc qu'un certain nombre d'éléments relatifs aux conditions de son déploiement et à sa zone de pertinence soient à ce stade laissés dans l'ombre.

L'objet de cette note exploratoire est de prendre au mot les industriels et de tabler sur la diffusion certaine des véhicules autonomes sur les routes et dans les villes à un horizon plus ou moins rapprochés. Il est également considéré que les conditions technologiques et de sécurité seront garanties pour assurer le déploiement des véhicules autonomes. **Ceci posé il s'agit de proposer un cadre de réflexion sur les futurs possibles du développement du véhicule autonome et leurs différents considérants sous-jacents.** La caractérisation des différents futurs possibles nous conduira à mettre en évidence le rôle joué par les différentes options envisageables en matière de régulation dans la définition même de ces futurs possibles.

Il apparaît donc essentiel pour la puissance publique d'anticiper ces évolutions pour identifier celles qui sont souhaitables, celles qui ne le sont pas, et définir en conséquence les actions à mener et les régulations à mettre en place.

Pour ce faire, a été retenue la méthode suivante :

¹ L'analyse porte ici uniquement sur le véhicule autonome, individuel ou collectif, dédié au transport de personnes. Elle exclue donc le transport de marchandises.

- identifier l'ensemble des futurs possibles à une échéance où tous les obstacles technologiques, juridiques et éventuellement sociaux seraient levés pour la circulation de véhicules autonomes au niveau 5² ;
- évaluer ces scénarios sous deux angles : celui de leur intérêt pour la collectivité et celui de leurs conditions de faisabilité et d'acceptabilité par les différentes catégories d'acteurs ;
- explorer les possibilités de transition entre la situation actuelle et la cible afin de rendre tangibles ces scénarios et de préciser les leviers à disposition de la puissance publique.

Nous proposons dans ce qui suit :

1. de présenter ce qu'est le véhicule autonome à savoir un système et non un produit ;
2. de définir et décrire les scénarios exploratoires ;
3. de décrire, préciser et évaluer ces scénarios ;

La notion de scénario est envisagée ici au sens exposé par Michel Godet dans son *Manuel de prospective stratégique : l'Art et la méthode* : «Un scénario n'est pas la réalité future mais un moyen de se la représenter en vue d'éclairer l'action présente à la lumière des futurs possibles et souhaitables. Ils doivent respecter cinq conditions pour être crédible et utile : pertinence, cohérence, vraisemblance, importance et transparence. »

² La classification détaillée du véhicule autonome est présentée en annexe

1 Le véhicule autonome en système :

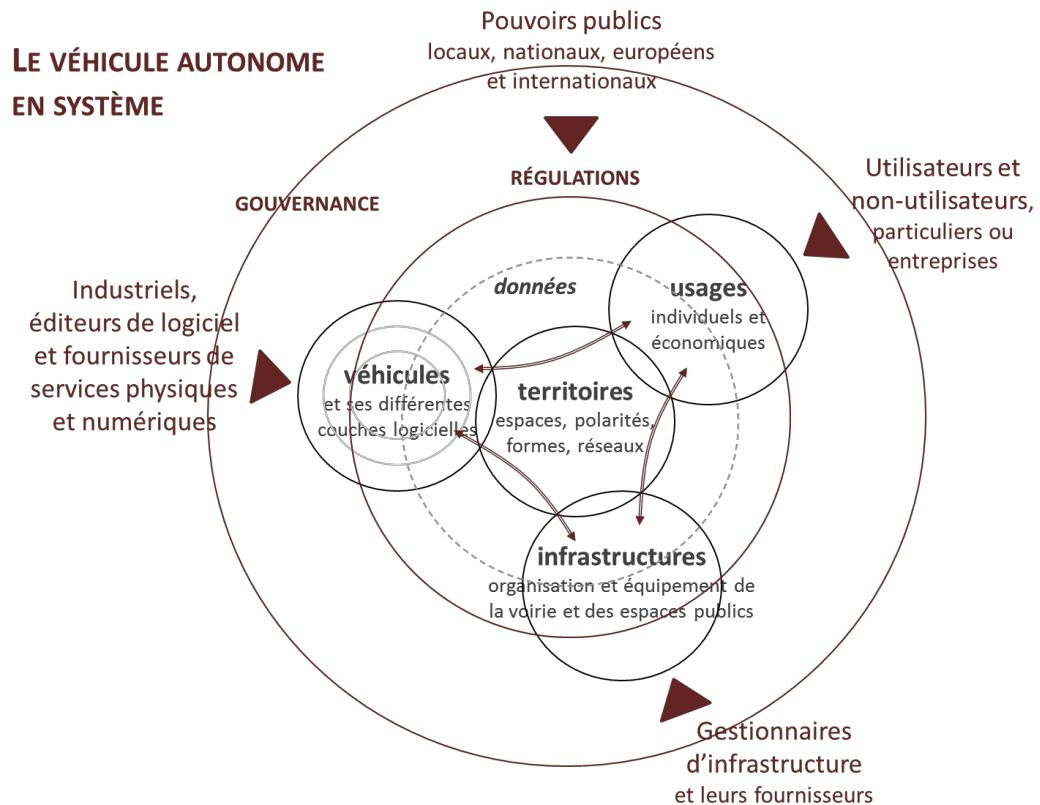
L'automobile s'inscrit dans un système de relation entre des objets (physiques – mobiles, infrastructures – et numériques – logiciels, plateformes), des acteurs économiques, des institutions, des représentations, des usages et des territoires. Il est lui-même un sous-système du système global des mobilités³ avec des effets en chaîne sur les autres modes, sur les programmes d'activité et sur les localisations. Il est donc indispensable d'avoir une approche systémique de l'introduction des véhicules autonomes.

Au vu de la place de l'automobile dans nos sociétés et dans leurs économies, de son inscription dans l'espace public et de ses effets sur les choix de localisation résidentielle et d'implantation des activités, ces bouleversements auront probablement de très forts impacts sur les territoires, notamment les villes, sur la vie sociale et sur le système d'action de la puissance publique en matière de gestion d'infrastructures et d'organisation de la mobilité. Il est donc essentiel pour la puissance publique d'anticiper ces évolutions pour identifier celles qui sont souhaitables, celles qui ne le sont pas, et définir en conséquence les actions à mener et les régulations à mettre en place.

Le véhicule autonome n'est pas un objet isolé :

- il est lui-même un système : le véhicule dans ses différentes composantes, l'infrastructure routière et numérique, les usages ;
- ce système génère d'importants échanges de données ;
- il entre en interaction avec un territoire, qui l'accueille et qu'il parcourt et contribue à modifier ;
- il s'inscrit dans un système de régulations ;
- il mobilise un important système d'acteurs :
 - entre lesquels il génère des flux financiers qui constituent un système économique,
 - et dont l'action combinée s'inscrit dans un cadre de gouvernance plus ou moins formellement institué.

³ Système qui met en relation des individus, leurs activités sociales (générateurs d'un besoin de coprésence temporaire), leurs localisations relatives (lieux de résidence et d'activité) et une offre de mobilité permettant de résoudre de manière plus ou moins diverse l'équation.



Ce système constitue une déformation, d'abord partielle, puis totale, de celui de l'automobile. Il est utile de rappeler ce qu'était une automobile, au-delà du simple objet, afin de mieux percevoir les modifications et les ruptures que les véhicules autonomes sont susceptibles d'apporter par rapport au système existant, mais également les continuités qu'il pourra ou devra ménager pour s'imposer.

Une automobile est un véhicule bénéficiant d'une infrastructure le plus souvent dédiée permettant de se déplacer à petite comme à grande distance et dans toutes les directions, en général de porte à porte sans rupture de charge, seul ou en petit groupe (notamment familial), avec d'éventuels bagages ou marchandises d'encombrement pouvant être relativement important, avec une réserve d'énergie embarquée lui assurant une large autonomie dans le temps et l'espace, d'un maniement simple rendant son utilisation possible par la plus grande part de la population après un très bref apprentissage (initialement informel privé de type familial, mais désormais normalisé, contrôlé et confié à des professionnels), pour un coût de possession et d'utilisation accessible au plus grand nombre (grâce à sa production de masse, à sa durabilité via le marché de l'occasion et à la disponibilité d'une énergie bon marché) pourvu qu'on le conduise soi-même, offrant un espace clos permettant des usages relativement coupés de l'espace public pendant les temps de déplacement et de stationnement, ainsi qu'un équipement intérieur et une certaine personnalisation vecteurs d'un potentiel investissement affectif et social, bénéficiant d'un consensus social suffisamment large pour faire l'objet d'une relative indifférence, voire d'un respect permettant sa circulation et son stationnement dans l'espace public en toute sûreté la plupart du temps et bénéficiant de la protection de la puissance publique et d'une régulation garantissant une certaine sécurité de circulation.

2 Les futurs possibles : 6 scénarios exploratoires de déploiement du véhicule autonome

Notre horizon de prospective implique l'existence et la capacité à circuler de véhicules autonomes de niveau 5 dans de nombreux environnements mais ne tranche pas sur la question de la nécessité d'une infrastructure spécifique ou d'une communication inter-véhicules généralisée pour permettre cette circulation.

Par conséquent, les futurs possibles en matière de véhicule autonome peuvent ainsi être décrits selon quatre dimensions :

- le degré de dépendance des véhicules autonome de l'existence d'une infrastructure adaptée ;
- le partage de la voirie entre véhicules autonomes (VA) et véhicules à conduite humaine (VCH) ;
- la propriété des VA, personnelle ou mutualisée (sous une forme partagée, capitalistique ou socialisée) ;
- le degré de partage de l'usage des VA.

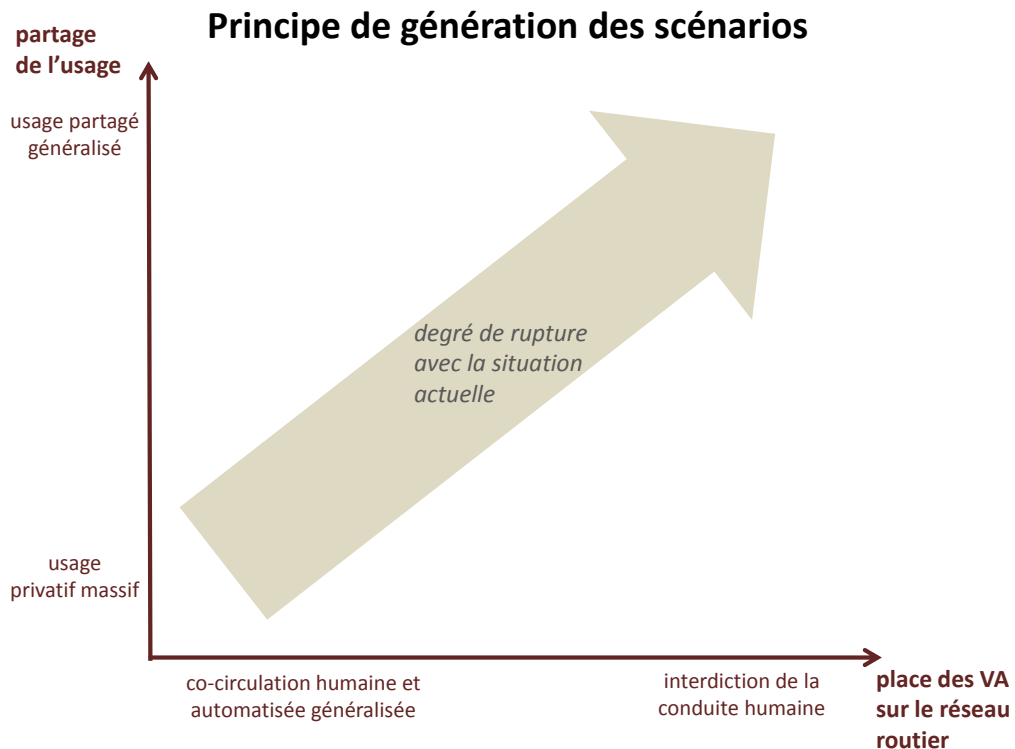
La situation future pour chacune de ces dimensions peut résulter de la technologie, des usages, des modèles économiques développés par les industriels et/ou des choix de régulation. A ce stade, les facteurs qui peuvent expliquer la situation pour chacune de ces dimensions ne sont pas tranchés et feront l'objet d'une analyse lors de l'évaluation de faisabilité.

Ces différentes dimensions ne sont pas indépendantes :

- le partage de la voirie entre VA et VCH est en partie conditionné par la dépendance ou non des VA à l'existence d'une infrastructure adaptée ;
- le partage de l'usage des VA est très largement dépendant de leur mode de propriété (si la propriété est mutualisée, l'usage sera *de facto* partagé ; si la propriété est personnelle, l'usage peut être, au moins en partie, partagé, mais la tendance sera forte à l'usage privatif).

Les différentes dimensions des scénarios possibles de diffusion des VA peuvent donc être réduites à 2 axes principaux :

- l'axe de partage de la voirie entre VA et VCH ;
- l'axe de partage de l'usage des VA et son incidence sur le régime de propriété.



Comme l'illustre le schéma précédent, le degré de rupture avec la situation actuelle croît avec la progression sur les deux axes, vers plus de partage et vers plus de place réservée aux VA.

Sur l'axe de partage de la voirie, on peut envisager trois cas de figure contrastés :

- une voirie intégralement réservée aux VA⁴ (sauf exceptions, locales ou pour certains véhicules) ;
- une voirie intégralement mixte VA/VCH où se côtoient tous les niveaux d'autonomie ;
- une situation intermédiaire réservant certaines voiries aux VA⁵ (des zones qui devront être définies : cœur des villes denses et/ou des axes d'accès aux hubs de transports collectifs depuis la périphérie, mais possiblement aussi certains espaces périphériques et peu denses, grands axes interurbains) et ouvrant les autres aux VCH (où ils cohabitent avec des VA qui circulent, soit en mode autonome, soit en reprise de conduite humaine, selon les possibilités offertes par la technologie).

Sur l'axe de partage des usages, on peut envisager deux cas de figure contrastés :

- un usage privatif massif, *a priori* fondé sur la propriété personnelle des véhicules ;
- un usage collectif unique dans les zones d'usage exclusif des VA (le recours aux services d'une flotte publique y est obligatoire).

Ces scénarios hyper contrastés sont par nature peu réalistes ou, en tout cas, peu souhaitables :

- Le scénario de base « usage privatif massif » n'est sans doute pas viable tant il risque d'amplifier les difficultés actuelles de gestion, de consommation d'espace public et

⁴ Ces VA sont dès lors de niveau 5 (ou bien, éventuellement, de niveau 4 avec une désactivation contrôlée par le gestionnaire d'infrastructure de la possibilité de reprise en main humaine et une réactivation possible dans les cas d'exception à l'obligation de circulation en VAA).

⁵ Ces VA peuvent être de niveau 4 ou 5. Quand ils sont de niveau 4, le gestionnaire d'infrastructure peut désactiver la possibilité de reprise en main humaine tant que le VA circule sur voie réservée aux VA. Ces VA de niveau 4 peuvent ainsi passer de la conduite automatisée en secteur réservé à la conduite humaine en secteur mixte.

d'étalement urbain liées à la voiture. Il reviendra donc rapidement aux pouvoirs publics de dire que ce scénario à terme n'est pas envisageable.

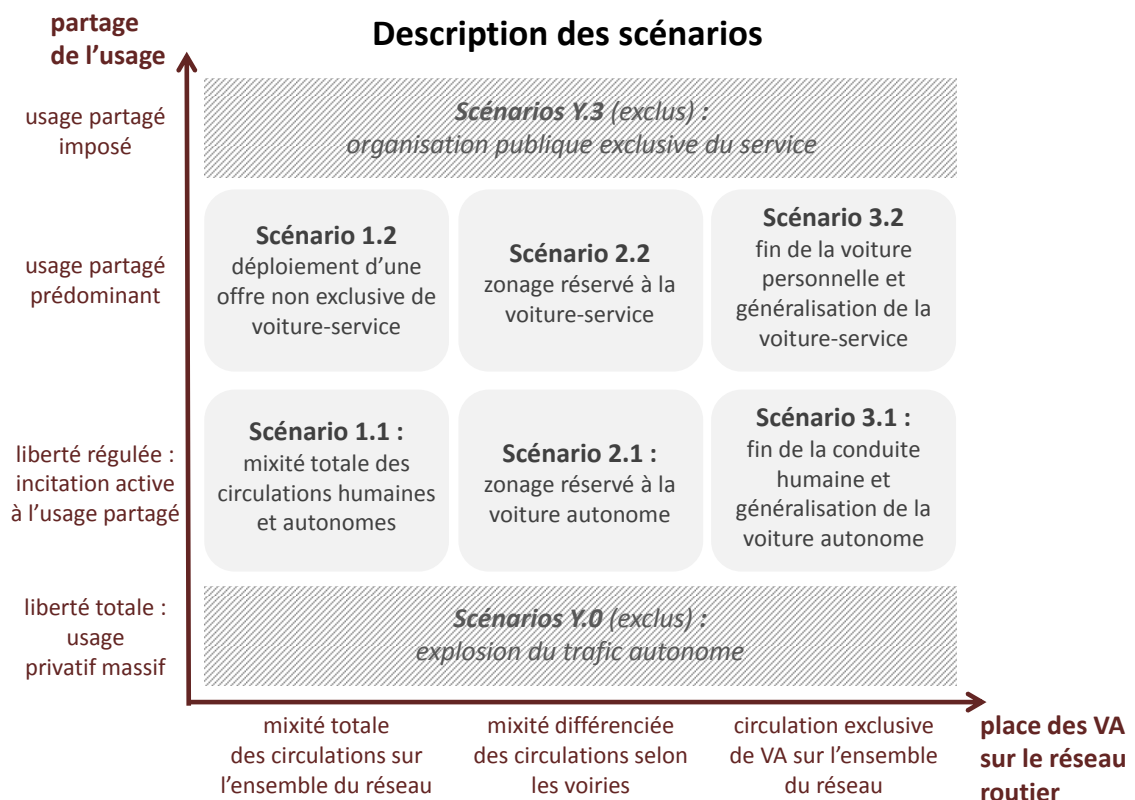
- Le scénario de base « usage collectif unique » n'est sans doute pas compatible avec les sociétés démocratiques libérales, en tout cas s'il s'étend au-delà du cœur des villes denses.

Au final, on s'oriente donc sur la question du degré de partage de la propriété et de l'usage vers des scénarios moins contrastés :

- une famille de scénarios de liberté de circulation des véhicules privés mais avec des dispositifs de régulation incitant fortement au partage (avec taxation pour les usages privés dans les zones centrales, par exemple) ;
- une famille de scénarios de restriction de la circulation aux VA non privés (que l'on peut appeler « VA serviciels », « voitures comme service⁶ » ou, plus simplement, « voitures-services »), mais avec le déploiement possible et encadré de flottes de VA partagés d'initiative privée.

Les deux familles de scénarios reposent donc sur une prédominance des usages partagés (ou ouverts au partage), mais dans des cadres contrastés de propriété (personnelle, éventuellement mutualisée, et capitalistique dans la première, socialisée dans la seconde) et de régulation (liberté et incitation dans la première, contrainte et organisation publique généralisée des transports dans la seconde).

Au croisement de ces deux axes, on peut ainsi étudier 6 scénarios présentés sur le schéma qui suit.

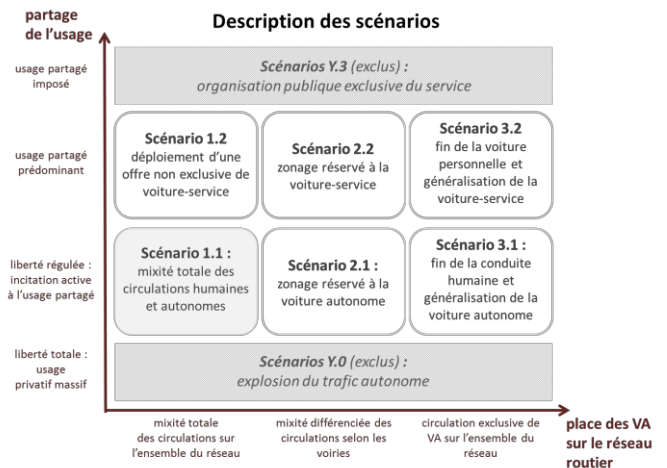


Les scénarios sont numérotés et présentés ci-après par degré croissant de rupture avec la situation actuelle.

⁶ Equivalent de « car as a service », sur le modèle de « mobility as a service ».

2.1 Scénario 1.1 : mixité totale des circulations humaines et autonomes

L'ensemble des réseaux routiers sont ouverts à la circulation tant des VA que des VCH. Les VA peuvent circuler en mode autonome sur tout ou partie des réseaux. Selon la technologie disponible, cela est rendu possible soit par une infrastructure adaptée, soit par la communication généralisée entre véhicules (ce qui suppose que les VCH soient connectés pour circuler sur tout ou partie du réseau), soit enfin que les VA soient totalement autonomes de toute infrastructure ou communication entre véhicules (VTA).



La propriété des véhicules autonomes (VA), comme celle des VCH, reste libre et les personnes propriétaires d'un VA peuvent en faire un usage totalement privatif sur l'ensemble du réseau. Les personnes peuvent également accéder à des VA en tierce propriété (location, auto-partage, robot-taxi) en fonction de leurs besoins et de l'offre mise en place par des acteurs, plutôt privés, du marché de la mobilité.

Les VA sont aptes à circuler d'un espace à un autre, d'une voirie urbaine à une autre ou à une voirie rurale en passant éventuellement par une voirie interurbaine. Par conséquent, chaque individu organise librement ses déplacements en effectuant un arbitrage entre les différents produits ou services à sa disposition.

Afin d'éviter que la circulation automobile n'explose sous l'effet probable d'une demande de mobilité stimulée par la facilité et le confort d'utilisation des VA tout le temps et en tout lieu, la puissance publique met en place des mesures d'incitation à l'usage partagé des véhicules particuliers, notamment des VA. La puissance publique ayant renoncé ici à l'usage de la contrainte, ces mesures sont prioritairement de nature financière, mais elles peuvent également s'inscrire en partie dans la continuité des politiques actuelles de restriction d'accès (comme les ZCR).

Cette situation est proche de la situation existante au taux de pénétration du véhicule autonome près et avec l'adjonction de mesures généralisées d'incitation à l'usage partagé des véhicules.

2.2 Scénario 1.2 : déploiement d’une offre non exclusive de voitures-services

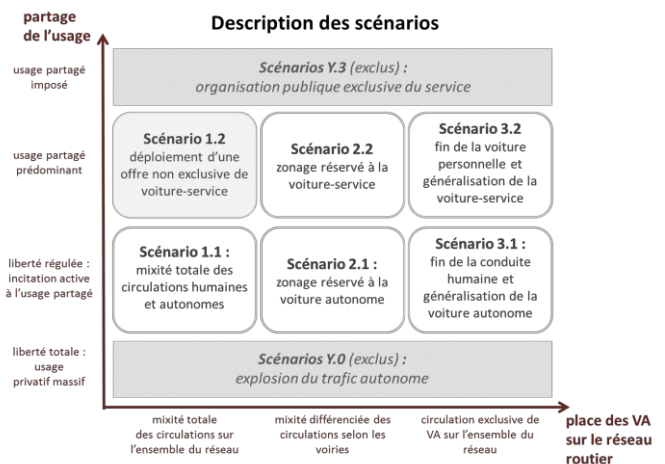
L’ensemble des réseaux routiers sont ouverts à la circulation tant des VA que des VCH. Les VA peuvent circuler en mode autonome sur tout ou partie des réseaux aux conditions technologiques évoquées ci-dessus.

La propriété des véhicules autonomes (VA), comme celle des VCH, reste libre et les personnes propriétaires d’un VA peuvent en faire un usage totalement privatif sur l’ensemble du réseau. A côté de cette possibilité laissée aux particuliers, la puissance publique déploie (ou organise le déploiement)

d’importantes flottes de voitures-services afin de développer par ce biais l’usage partagé des VA⁷. Elle met également en œuvre parallèlement des mesures d’incitation destinées à renforcer l’attractivité relative des services publics de VA ou de contention de l’usage des véhicules privatifs (probablement via une taxation).

Comme dans le scénario 1.1 les VA sont aptes à circuler d’un espace à un autre et par conséquent, chaque individu organise librement ses déplacements.

Cette situation est proche de la situation existante au taux de pénétration du véhicule autonome près et avec l’adjonction d’une offre publique de véhicules autonomes et de mesures généralisées d’incitation à l’usage partagé des véhicules ou de contention forte de l’usage des véhicules privatifs (probablement via une taxation).

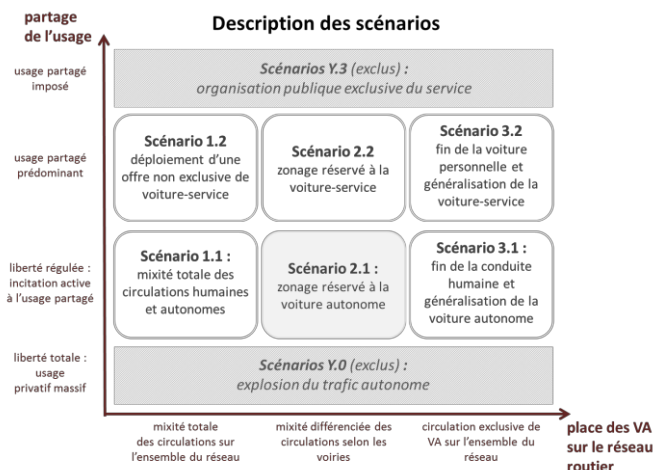


⁷ En principe, poussée au bout, la logique de ce scénario voudrait qu'il ne soit pas possible d'être propriétaire de son VA pour en faire un usage totalement privatif et que donc seuls les VA serviciels soient autorisés. Cela paraît difficile à justifier dans un régime de totale liberté de circulation de tous les types de véhicules en tout lieu : pourquoi les VA ne pourraient-ils pas être propriété particulière tandis que les VCH le seraient alors que les conditions de circulation sont identiques ?

2.3 Scénario 2.1 : zonage réservé à la voiture autonome

La mixité ou non des circulations VA/VCH est fonction des espaces et des réseaux :

- certaines zones sont réservées à l'usage exclusif de véhicules autonomes et sont donc interdits aux VCH. Les zones réservées aux véhicules autonomes pourraient être les territoires urbains les plus denses, certains axes interurbains à haut niveau de service (ou certaines voies sur ces axes) ;
- le reste du territoire est ouvert à toutes les circulations⁸.



La propriété des véhicules autonomes (VA), comme celle des VCH, reste libre et les personnes propriétaires d'un VA peuvent en faire un usage totalement privatif sur l'ensemble du réseau qui leur est ouvert. Les personnes peuvent également accéder à des VA en tierce propriété (location, auto-partage, taxi et VTC) en fonction de leurs besoins et de l'offre mise en place par des acteurs, plutôt privés, du marché de la mobilité.

Pour les trajets de bout en bout entre deux zones réservées aux VA :

- l'utilisateur d'un véhicule autonome peut effectuer des déplacements de bout en bout (éventuellement en reprise de conduite humaine en dehors des zones réservées aux VA et si la technologie l'impose, ce qui suppose alors l'usage d'un VA de niveau 4) ;
- l'utilisateur d'un VCH est contraint à une « rupture de charge » pour accéder à certains réseaux et zones urbaines, où il est obligé de recourir à un service de VA (ou à un transport collectif) ;
- l'utilisateur d'un VCH souhaitant effectuer un trajet entre deux espaces de mixité des circulations reliés par une voie interurbaine réservée aux VA sera contraint à une rupture de charge et ne pourra pas non plus compter sur l'usage de son propre véhicule dans la zone de destination.

Afin d'éviter que la circulation automobile n'explose dans les zones denses réservées aux VA sous l'effet vraisemblable d'une demande de mobilité stimulée par leur facilité et leur confort d'utilisation, la puissance publique met en place des mesures d'incitation à l'usage partagé des VA. La puissance publique ayant ici renoncé à l'usage de la contrainte, ces mesures sont prioritairement de nature financière, mais elles peuvent également s'inscrire en partie dans la continuité des politiques actuelles de restriction d'accès (comme les ZCR).

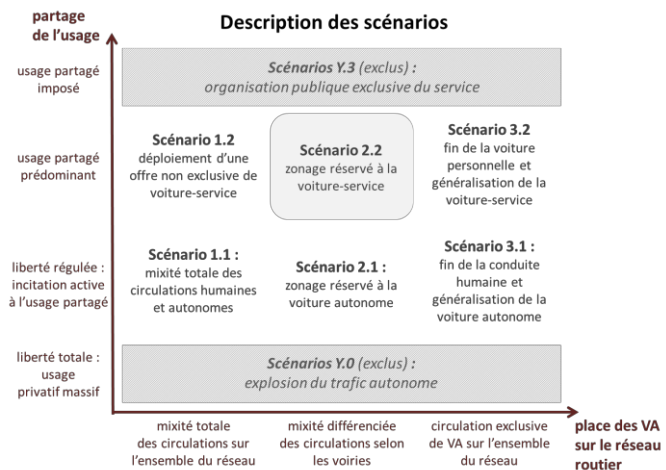
Ce scénario introduit une rupture avec la situation actuelle en mettant fin à la possibilité quasiment généralisée de conduire un véhicule en tout lieu et de porte à porte.

⁸ Soit la technologie permet une cohabitation VA/VCH et les VA peuvent y circuler en mode autonome, soit la technologie ne le permet pas et les VA, nécessairement de niveau 4, y circulent en mode non autonome ; on peut également envisager une obligation pour les VCH d'être équipés d'un dispositif d'échange d'information avec les VA, seul les VCHc seraient alors autorisés à circuler à terme.

2.4 Scénario 2.2 : zonage réservé à la voiture-service

La mixité ou non des circulations VA/VCH est fonction des espaces et des réseaux :

- certaines zones sont réservées à l'usage exclusif de véhicules autonomes et sont donc interdits aux VCH. Dans une logique de déploiement de la voiture-service n'importe quelle zone pourrait être réservée au VA selon la volonté des acteurs locaux ;
- le reste du territoire est ouvert à toutes les circulations aux conditions technologiques évoquées dans le scénario 2.1



Il n'est pas possible d'être propriétaire de son VA pour en faire un usage totalement privatif : seuls les VA serviciels sont autorisés. Le service est rendu par des flottes publiques et/ou privées de VA. Ces VA peuvent être locaux, limités à la circulation dans un bassin donné, ou interurbains. Localement peuvent co-circuler services locaux et services interurbains afin d'éviter toute rupture de charge pour les usagers ayant à réaliser un déplacement interurbain. Il est possible, sur option et à condition d'en payer le prix, de faire temporairement un usage privatif du VA dont on loue le service.

Une variante possible est un régime mixte de propriété des VA en fonction des zones réservées à leur circulation : interdiction de l'usage des VA personnels dans les seules zones denses, mais possibilité d'utiliser des VA personnels sur les axes interurbains réservés aux VA.

Pour effectuer des trajets de bout en bout entre deux zones réservées aux VA la situation est similaire à celle évoquée dans le scénario 2.1.

On peut aussi imaginer une situation différente, où les voitures-services sont plutôt mises en œuvre en périphérie pour l'accès aux hubs de transports collectifs via des voies réservées (après un parcours sur voirie locale mixte pour assurer la collecte des passagers, ce qui suppose la possibilité de s'y déplacer en niveau 5).

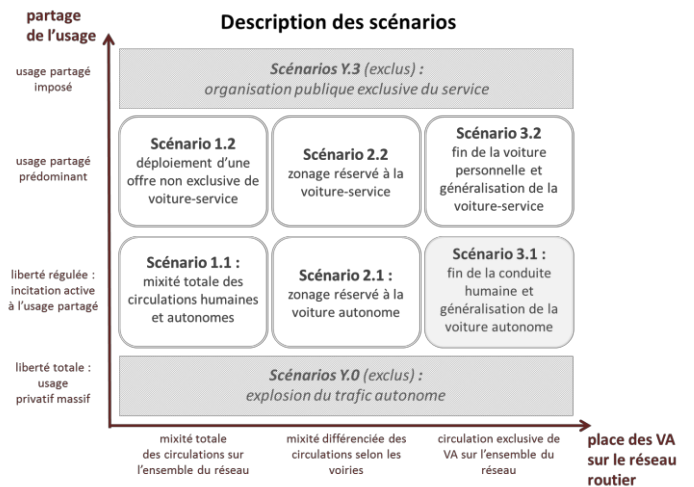
Ce scénario introduit une rupture avec la situation actuelle en mettant fin à la possibilité de conduire un véhicule quasiment en tout lieu et de porte à porte. De plus, il met fin à la possibilité de circuler dans certaines zones, notamment les zones denses, avec un véhicule personnel.

2.5 Scénario 3.1 : fin de la conduite humaine

Les véhicules à conduite humaine (VCH) sont désormais interdits pour laisser la place à l'usage exclusif des véhicules autonomes sur toutes les voiries (sauf exceptions sur certains territoires résiduels ou pour certains usages particuliers). La propriété des véhicules autonomes (VA) reste cependant libre et les personnes propriétaires d'un VA peuvent en faire un usage totalement privatif sur l'ensemble du réseau. Les personnes peuvent également accéder à des VA en tierce propriété (location, auto-partage, robot-taxi) en fonction de leurs besoins et de l'offre mise en place par des acteurs, plutôt privés, du marché de la mobilité. Les VA sont *a priori* aptes à circuler d'un espace à un autre, d'une voirie urbaine à une autre ou à une voirie rurale en passant éventuellement par une voirie interurbaine.

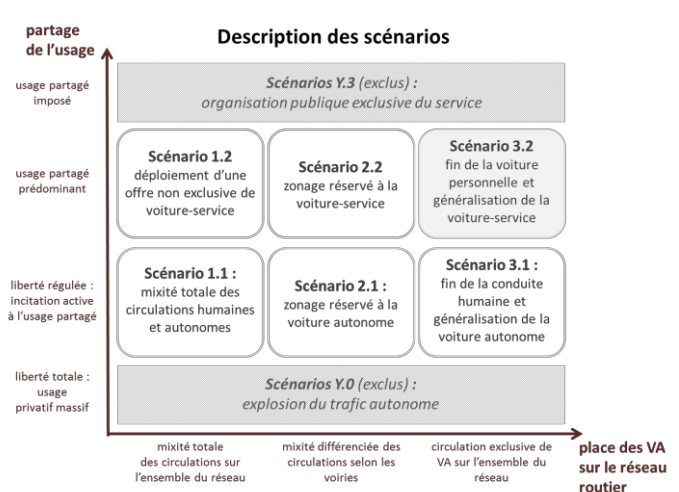
Afin d'éviter que la circulation automobile n'explose sous l'effet d'une demande de mobilité vraisemblablement stimulée par la facilité et le confort de l'utilisation des VA, la puissance publique met en place des mesures d'incitation à l'usage partagé des VA. La puissance publique ayant renoncé, ici, à l'usage de la contrainte, ces mesures sont prioritairement de nature financière, mais elles peuvent également s'inscrire en partie dans la continuité des politiques actuelles de restriction d'accès (comme les ZCR).

Ce scénario constitue une grande rupture avec la situation actuelle puisqu'il n'y est plus autorisé de conduire un véhicule (sauf éventuelles exceptions circonscrites au nécessaire). Il reste, en revanche, en continuité sur le plan de la propriété des véhicules et de la possibilité d'en faire un usage privatif. Comme aujourd'hui, il n'offre pas non plus de garantie de service dans les zones isolées, où l'accès à la mobilité moyenne distance reste conditionné à la possession d'un véhicule particulier, mais désormais autonome.



2.6 Scénario 3.2 : fin de la voiture personnelle

Les véhicules à conduite humaine (VCH) sont désormais interdits pour laisser la place à l'usage exclusif des véhicules autonomes sur toutes les voiries (sauf exceptions sur certains territoires résiduels ou pour certains usages particuliers). Il n'est pas possible d'être propriétaire de son VA pour en faire un usage totalement privatif : seuls les VA serviciels sont autorisés. Le service est rendu par des flottes publiques et/ou privées de VA. Ces VA peuvent être locaux, limités à la circulation dans un bassin donné, ou interurbains. Localement peuvent co-circuler services locaux et services interurbains afin d'éviter toute rupture de charge pour les usagers ayant à réaliser un déplacement interurbain. Il est possible, sur option et à condition d'en payer le prix, de faire temporairement un usage privatif du VA dont on loue le service.



Ce scénario constitue la rupture la plus radicale avec la situation actuelle : la voiture personnelle, autonome ou pas, a disparu au profit d'un système totalement serviciel. Dans le même temps, en contrepartie de l'interdiction de posséder et de conduire un véhicule, le service est nécessairement assuré sur l'ensemble du territoire.

3 Premières analyses de ces différents scénarios

Ces différents scénarios de déploiement du VA font l'objet ici d'une première analyse au regard :

- Des attentes potentiellement divergentes des acteurs,
- De leurs différents prérequis,
- De leurs trajectoires de mise en œuvre.

3.1 Les scénarios de déploiement du véhicule autonome au regard des attentes des acteurs

3.1.1 Du point de vue de la puissance publique et des autorités organisatrices de la mobilité

Les grands enjeux de mobilité pour la collectivité et les objectifs poursuivis par les pouvoirs publics à travers leurs politiques de mobilités peuvent être résumés comme suit :

- offrir des solutions de mobilité pour tous au meilleur coût pour la puissance publique ;
- promouvoir des solutions moins polluantes et à l'empreinte carbone plus faible ;
- promouvoir une mobilité moins consommatrice d'espace et concourant au développement de lieux de vie apaisés ;
- contribuer aux objectifs de santé publique par la promotion de la sécurité routière et de l'activité physique.

Nous en restons ici à une vision unitaire de la collectivité et de la puissance publique, mais il faudrait, dans une analyse plus circonstanciée du jeu d'acteurs, prendre en compte les préoccupations différenciées des différents niveaux de puissance publique, ainsi que les intérêts variés des différents territoires.

Pour en rester à cette première approche globale, chacun de ces objectifs est porteur d'un certain nombre d'enjeux qui permettent d'analyser les différents scénarios esquissés.

Offrir des solutions de mobilité pour tous au meilleur coût pour la puissance publique.

Il s'agit du premier objectif des autorités en charge de l'organisation de la mobilité. A l'aune de cet objectif le VA constitue un levier majeur à différents titres.

En termes d'offres et d'usages il permet par le déploiement de voitures-services de :

- redonner de l'autonomie à un certain nombre de personnes exclus de l'usage du VCH (personnes âgées, personnes en situation de handicap, jeunes sans permis, phobique de la conduite, couples biactifs avec un seul véhicule ...).
- donner à tous du temps en faisant passer le temps de conduite en temps utile ... ce qui permet d'en reconfigurer grandement les usages.
- concevoir des offres adaptées aux besoins spécifiques (horaires décalés, zones peu denses...).

En termes de performance socio-économique des offres : l'économie du coût de conduite ouvre un nouvel horizon aux solutions de services de mobilité :

- qu'il s'agisse des transports collectifs : remplaçant progressif des TC de surface non massifiés, solutions adaptées aux demandes spécifiques ...
- ou de solutions privées : systèmes de VTC / taxis / locations totalement optimisés et potentiellement attractifs économiquement.

En l'état actuel des réflexions il apparaît difficile de définir les conditions économiques du déploiement du VA. Néanmoins, dans l'hypothèse d'un déploiement par le marché, correspondant plutôt aux scénarios « usages privatifs », le risque existe que ces modèles de mobilité soient insuffisamment inclusifs en raison des coûts d'acquisition et de maintenance du VA. Les pouvoirs publics auront ainsi vraisemblablement plutôt tendance à œuvrer dans le

sens de systèmes mixtes permettant la définition de solutions pour tous. **Promouvoir des solutions de mobilités moins polluantes et à l’empreinte carbone plus faible.**

Il s’agit d’un des principaux objectifs poursuivis par les politiques publiques en lien avec les enjeux de santé publique, de préservation de la biodiversité et de lutte contre le réchauffement climatique.

Le VA est potentiellement porteur d’une certaine contribution à cet objectif, qui reste à préciser, mais qui passerait par l’optimisation de la conduite, son ajustement aux conditions de circulation et la réduction de la congestion qu’elle pourrait permettre. Si le VA ne fait que se substituer aux VCH sans modification des usages, cette contribution restera cependant marginale et sera plus que compensée par l’accroissement de circulation automobile qu’il pourrait générer (par report des transports collectifs et des modes actifs, par induction et par développement des circulations à vide pour tous types de raisons). Les émissions de CO associées seraient accrues sous l’effet non seulement de l’augmentation des distances parcourues, mais également de la construction des véhicules (même dans un régime de développement des usages partagés, l’augmentation de la rotation du parc pourrait engendrer une croissance de la construction automobile).

Il est donc fondamental d’identifier les conditions qui permettront au VA de contribuer à cet objectif sachant que l’on peut prévoir que ces véhicules seront à motorisation « tout électrique avec batteries rechargeables » avec comme impacts environnementaux : l’absence d’émissions polluantes locales, des émissions de gaz à effet de serre tributaire du « mix électrique » produit dans chaque pays et des pollutions non négligeables liées à la fabrication et au recyclage des batteries.

Par conséquent, c’est bien la notion de partage qui devrait être prédominante dans la réflexion des acteurs publics et le VA peut constituer une opportunité majeure pour permettre le développement d’une mobilité partagée limitant fortement l’autosolisme.

A côté de cette encadrement du mode d’usage des VA, la promotion des modes alternatifs à l’automobile devra également rester une préoccupation de la puissance publique pour équilibrer le développement du VA. Certes, leur zone de pertinence environnementale, sanitaire, sociétale et économique nécessitera d’être redéfinie, notamment pour les transports collectifs classiques, mais elle restera sans doute la même pour les modes actifs (marche et vélo), dont les efforts pour accroître la place devront être maintenus.

Promouvoir une mobilité moins consommatrice d’espace et concourant au développement de lieux de vie apaisés

Il s’agit là d’un objectif poursuivi plus spécifiquement par les territoires urbains et métropolitains confrontés à une pression importante sur la ressource foncière et à la place prédominante dévolue à la voirie et aux déplacements motorisés dans l’espace public. Il peut aussi concerner cependant, dans une bien moindre mesure, les espaces plus ruraux et la qualité d’usage des espaces publics qui y est proposée aux habitants.

Dans cette perspective, le VA ne contribue pas à l’atteinte de cet objectif : à capacité, vitesse de circulation et usages inchangés, un VA consommera autant d’espace qu’un VCH. Pour qu’il puisse être porteur d’une contribution positive il faudra :

- qu’il prenne la forme de petit véhicule individualisé de type pod ;
- que les voiries qui lui seraient réservés soit réduites ;
- qu’il permette une optimisation de la conduite et un ajustement aux conditions de circulation.

En revanche, comme on l’a déjà vu, sans mesure de régulation, les VA devraient engendrer une puissante augmentation de la circulation automobile en abaissant fortement le coût généralisé du déplacement (le temps passé à bord pouvant être utilisé à une autre activité que

la conduite il deviendrait du temps utile) et en générant des « effets pervers » (la circulation à vide principalement). A ce titre, les régulations envisagées dans les scénarios de liberté de la propriété et des usages du VA sont fondamentales pour rendre ces scénarios acceptables pour la collectivité.

Par ailleurs, les possibilités d'optimisation de la conduite sont conditionnées par la résolution des questions de cohabitation avec les autres usagers de la ville. Le risque est grand de vouloir adapter la ville aux VA, comme elle le fut hier aux VCH. Tout l'enjeu sera, au contraire, d'adapter les VA à la ville.

Dans l'optique de la promotion d'une mobilité moins consommatrice d'espace, c'est là aussi la notion de partage des véhicules et celui de la place des modes actifs (et des autres modes alternatifs pertinents) qui devront être prédominants dans la réflexion des pouvoirs publics.

Contribuer aux objectifs de santé publique par la promotion de la sécurité routière et de l'activité physique

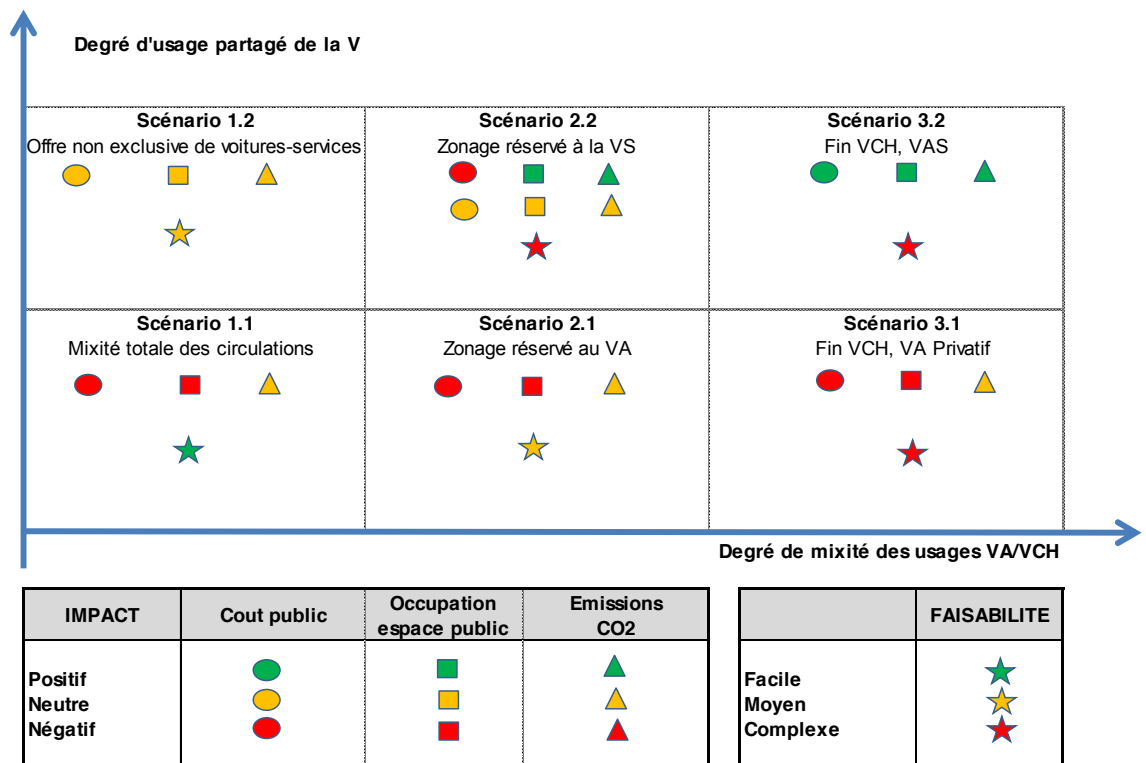
L'amélioration radicale de la sécurité routière est l'une des grandes promesses et l'une des moins indéniables du VA.

Dans certains scénarios, cet effet positif pourrait être, au moins en partie, compensé par un éventuel effet défavorable sur la pollution en cas d'explosion de la circulation automobile, comme on l'a vu précédemment et par un effet défavorable sur l'activité physique.

Cette dimension est restée longtemps secondaire dans l'approche de la mobilité, mais elle constitue désormais un enjeu majeur des politiques publiques du 21ème siècle au regard de la progression du surpoids et de l'obésité et, plus globalement, de l'impact de la sédentarité sur la santé publique et sur les finances publiques.

Or, la facilité et le confort des déplacements motorisés, la promesse d'un service de porte à porte à la demande, la disponibilité de l'offre en milieu dense, son accessibilité dans des conditions économiques possiblement très favorables pourraient provoquer une nouvelle réduction de l'usage des modes actifs, plus grande encore que ne le fit l'automobile en son temps.

Le schéma ci-dessous propose, à titre d'illustration, une première approche synthétique de l'exercice d'évaluation.



3.1.2 Du point de vue des industriels

Les attentes des industriels portent principalement et naturellement sur les débouchés et les perspectives de marchés qui s'offrent à eux.

Par conséquent, leurs modèles économiques sont sensibles tant à la dimension de partage du véhicule qu'à celle de mixité des circulations. Ces deux dimensions modifient la taille globale du marché à servir, mais modifient également les caractéristiques des véhicules à produire, leur taux de rotation, ainsi que les solutions associées à développer.

Dans les scénarios de liberté de choix d'un VA personnel ou de liberté (au moins partielle) de choix entre VA et VCH, la relation des industriels avec le grand public demeure, dans des proportions plus ou moins importantes, et en fonction des segments de marché. On reste donc, au moins en partie, dans une situation classique B to C, où des industriels conçoivent un produit adapté aux besoins effectifs ou potentiels d'un ou plusieurs publics cibles et cherchent à en assurer la diffusion.

Dans les scénarios privilégiant le déploiement de VA serviciels (1.2, 2.2 et 3.2), on est potentiellement face à une profonde refonte des marchés des industriels qui deviendraient alors fournisseurs de flottes automobiles partagées gérées par des opérateurs, les collectivités ou des gestionnaires de flottes. Un certain nombre de questions se posent alors aux industriels :

- une question de garanties de débouchés, indispensables pour financer l'innovation et la montée en gamme des véhicules, puisque tous les industriels ne seront pas détenteurs de contrats définis par les collectivités ;
- un changement total des modalités commerciales avec une évolution vers des modèles B to B ou B to T ... avec un risque local de « *winner takes all* » en fonction de la taille des lots des différents marchés ;
- une question de place à occuper sur la chaîne de valeurs ... de nombreux industriels chercheront probablement à ne plus vendre des véhicules mais des kilomètres de services en se positionnant en gestionnaire de flotte voir en opérateur.

3.2 Présentation des conditions de faisabilité des différents scénarios

Nous listons ci-dessous les principaux pré-requis des différents scénarios sans lesquels leur crédibilité est mise en question. Des points communs émergent et notamment l'existence dans tous ces scénarios d'une technologie de VA de niveau 5 dans des conditions économiques permettant une diffusion de masse et d'une réglementation adaptée à leur circulation sur tout ou partie du réseau.

Ces pré-requis sont listés selon 4 catégories :

- **Usages et acceptation sociale** ... qui recoupe les évolutions d'usages et sociétales indispensables à la mise en œuvre des scénarios. On s'interroge donc ici les usagers finaux.
- **Technologie** ... qui précise les attendus technologiques et industriels indispensables à la mise en œuvre des scénarios. On interroge donc ici les industriels dans leur dimension de conception du produit VA.
- **Modèles économiques** ... qui interrogent les pré-requis des scénarios en matière de coûts des services pour les usagers et d'équilibres coûts / recettes pour les industriels et les autorités organisatrices de la mobilité, maîtres d'ouvrages de nouveaux services de mobilités.
- **Régulation** ... qui interroge la dimension politique et juridique des différents scénarios et le rôle des pouvoirs politiques en place aux différentes échelles et du législateur.

En raison des nombreuses similitudes nous présentons les scénarios ici au regard de la place accordée au VA sur les réseaux routiers.

3.2.1 Les scénarios (3) de circulation exclusive de VA sur l'ensemble du réseau

Il s'agit ici des scénarios 3.1 « fin de la conduite humaine et généralisation de la voiture autonome » et 3.2 « fin de la voiture personnelle et généralisation de la voiture service »

Usages et acceptation sociale :

- Le renoncement à la conduite, à la propriété du véhicule et aux sentiments de liberté de circulation et d'autonomie qui leur sont attachés ;
- Nécessité, en contrepartie, d'une garantie de service de mobilité en tout lieu, en tout temps et vers toute destination à un prix acceptable ;
- Renoncement à la privatisation de son habitacle de transport ;
- Acceptation (ou maîtrise) d'un risque de contrôle permanent des comportements individuels ;
- Question du prix acceptable pour un service potentiellement renchéri pour certains.

Technologie :

- *Pour le 3.2 : normalisation simplifiée par l'existence de flottes (réduction du nombre d'acteurs, hausse de la vitesse de rotation).*
- En fonction de la configuration technologique adoptée, continuité des parcours de bout en bout.

Modèles économiques :

- *Pour le 3.1 : basculement de l'industrie vers une offre purement B to B / T ;*
- *Pour le 3.1 : un modèle serviciel abaissant fortement le coût afin de permettre un usage massif par tous ;*
- *Pour le 3.2 : abaissement suffisant du coût de production pour permettre des prix accessibles à la plus grande partie de la population ;*
- Un système de tarification du service permettant de réguler la demande et ses conséquences.

Régulation :

- Dispositif d'organisation et de cohabitation de services publics et privés de mobilité susceptibles de répondre à tous les besoins ;
- Capacité à faire respecter l'interdiction pesant sur l'usage de véhicules personnels ;
- Respect de la vie privée et des données individuelles collectées par les opérateurs et/ou par la puissance publique ;

- Continuité des déplacements entre zones desservies par des flottes différentes ;
- Continuité des déplacements transfrontaliers avec des régimes de circulation automobile potentiellement différents.

3.2.2 Les scénarios (2) de mixité différenciée des circulations selon les voiries

Il s'agit ici des scénarios 2.1 « zonage réservé à la voiture autonome » et 2.2 « zonage réservé à la voiture service ».

Usages et acceptation sociale :

- Renoncement à la conduite et à l'usage de son véhicule personnel de bout en bout en tout lieu et donc aux sentiments de liberté totale de circulation et d'autonomie individuelle qui leur sont attachés ;
- *Pour le 2.2 : renoncement à la possession d'un véhicule personnel « à domicile » dans certaines zones ;*
- Nécessité, en contrepartie, dans ces zones réservées, d'une garantie de service de mobilité à tout moment et vers toute destination ;
- Nécessité d'offrir des solutions d'accès à ces zones fluides pour les personnes extérieures ;
- Question du prix acceptable pour une forme de consommation de service imposée ;
- Renoncement local à la privatisation de son habitat de transport (partiellement compensé par l'accès à des services premium et à des services personnalisés) ;
- Acceptation (ou maîtrise ?) locale d'un risque de contrôle permanent des comportements individuels ;
- Compatibilité de tous les usages à confirmer (professionnels, urgences...).

Technologie :

- *Pour le 2.2 : normalisation simplifiée des VA par l'existence de flottes (réduction du nombre d'acteurs, hausse de la vitesse de rotation) ;*
- En fonction de la configuration technologique adoptée, continuité des parcours VA de bout en bout et cohabitation VA / VCH (éventuellement simplifiée par une obligation de respecter une norme VCHc).

Modèles économiques :

- Adaptation de l'industrie à un marché du VA mixte B to B / T et B to C ;
- Positionnement VA / VCH (/ VCHc) et adaptation de l'appareil industriel, du marketing et des réseaux de distribution ;
- *Pour le 2.2 : un modèle serviciel abaissant fortement le coût afin de permettre un usage massif par tous ;*
- Un système de tarification du service permettant de réguler la demande et ses conséquences ;
- Coût éventuel de l'adaptation locale de l'infrastructure ;
- Refonte du système de financement des infrastructures et des services de mobilité autour d'un resserrement partiel des sources de financement internes à la mobilité.

Régulation :

- Dispositif d'organisation et de cohabitation de services publics et privés de mobilité susceptibles de répondre localement à tous les besoins ;
- Dispositif de régulation de la cohabitation VA / VCH là où ils sont autorisés ;
- Capacité à faire respecter l'interdiction locale pesant sur l'usage de véhicules personnels ;
- Respect de la vie privée et des données individuelles collectées par les opérateurs et/ou par la puissance publique ;
- Continuité des déplacements transfrontaliers avec des régimes de circulation automobile potentiellement différents .

3.2.3 Les scénarios (1) de mixité totale des circulations sur l'ensemble des réseaux

Il s'agit ici des scénarios 1.1 « mixité totale des circulations humaines et automatisées » et 1.2 « déploiement d'une offre non exclusive de voiture service ».

Usages et acceptation sociale :

- Acceptation par le reste de la population de la cohabitation avec des VA sur les routes.

Technologie :

- En fonction de la configuration technologique adoptée, compatibilité des systèmes de VA proposés sur le marché, entre eux et avec l'infrastructure, continuité des parcours de bout en bout ;
- En fonction de la configuration technologique adoptée, continuité des parcours VA de bout en bout et cohabitation VA / VCH (éventuellement simplifiée par une obligation de respecter une norme VCHc).

Modèles économiques :

- Positionnement VA / VCH (/ VCHc) dans un marché fortement segmenté et adaptation de l'appareil industriel, du marketing et des réseaux de distribution ;
- Un système de tarification de l'infrastructure permettant de réguler la demande et ses conséquences ;
- Coût éventuel de l'adaptation locale de l'infrastructure ;
- Refonte du système de financement des infrastructures et des services de mobilité en lien avec la diversité des usages.

Régulation :

- *Pour le scénario 1.1 : dispositif d'organisation et de cohabitation de services publics / privés et de véhicules particuliers VA, ainsi que de cohabitation VA / VCH ;*
- Respect de la vie privée et des données individuelles collectées par les opérateurs et/ou par la puissance publique ;
- Continuité des déplacements transfrontaliers avec des régimes de circulation automobile potentiellement différents.

3.3 Esquisse de la trajectoire permettant l'atteinte des différents scénarios

Une des manières d'analyser la faisabilité et la crédibilité des scénarios envisagés est d'imaginer les différentes étapes permettant d'y conduire en dessinant une trajectoire plus ou moins progressive.

3.3.1 Scénarios 3.1 : généralisation du véhicule autonome et fin de la conduite humaine, une diffusion forcément progressive qui pose la question de la gestion de la période transitoire.

La réalisation du scénario 3.1 (« fin de la conduite humaine ») suppose la diffusion généralisée du VA et l'interdiction pure et simple du VCH. Même une fois les pré-requis technologiques remplis et l'infrastructure éventuellement mise à niveau, il ne semble pas envisageable de passer directement de la situation actuelle à cet état, ce qui supposerait le remplacement quasi instantané d'un parc de véhicule par un autre.

Il faudrait donc plutôt parier sur une diffusion progressive du VA, qui, devenant un standard de production, d'acquisition et d'usage, s'imposerait peu à peu jusqu'à constituer le seul type de véhicule en circulation. On serait alors dans le cas classique de la diffusion d'un produit innovant sur le marché. L'interdiction du VCH n'interviendrait qu'après coup pour des usages résiduels devenus contraires aux usages dominants.

Dans cette période transitoire, différents scénarios évoqués jusqu'ici (les scénarios (1) de mixité totale des circulations sur les réseaux ou (2.1) de zonage réservé aux VA) pourraient constituer des étapes intermédiaires sur la voie de ce scénario final :

- ainsi le passage des scénarios de type 1 à celui de la fin de la conduite humaine pourrait se faire à maturité du marché, comme décrit ci-dessus, ou pourrait être accéléré par des incitations fortes des pouvoirs publics fixant, par exemple, des dates limites pour la commercialisation des VCH et pour leur circulation⁹ ;
- le passage de zonage réservé au VA à leur généralisation pourrait se faire par élargissement progressif des zones dédiées afin d'en banaliser la pratique. Cette option présente l'avantage de ne pas nécessiter de mixité de trafics VA / VCH ce qui semble plus faisable technologiquement et ce qui permet de profiter pleinement des avantages attendus de la circulation exclusive de VA.

Dans ces deux cas, le temps de la transition serait mis à profit pour mettre en place un certain nombre de dispositifs d'incitation et de soutien à la conversion des véhicules et, *in fine*, divers mécanismes de contrôle seraient mis en place afin d'interdire le moment venu toute circulation en VCH.

3.3.2 Scénario 3.2 : généralisation du VA serviciel et de fin de la voiture personnelle, une diffusion également progressive mais facilitée par la capacité d'impulsion des acteurs locaux.

La problématique est similaire à celle évoquée précédemment, il apparaît difficile, voire impossible, de passer instantanément de la situation actuelle à celle de la fin de la voiture personnelle et de la généralisation de la voiture-service.

Plusieurs étapes préalables seraient alors nécessaires. Nous écartons celle selon laquelle le scénario de généralisation du véhicule serviciel (3.2) serait consécutif à la généralisation de la voiture autonome (3.1) et constituerait une étape supplémentaire de fin du véhicule personnel après la fin de la conduite humaine. C'est une possibilité réelle, mais qui ne permet pas de questionner le fait qu'une des modalités du déploiement du VA soit la fin de la voiture personnelle, qui est justement l'intérêt de ce scénario.

⁹ A l'image de ce qui est fait pour les véhicules diesel sur de nombreux territoires

L'option la plus vraisemblable est alors celle du passage préalable par l'instauration de zonages réservés à la voiture-service (scénario 2.2). Cette transition se ferait alors par élargissement progressif des zones réservées aux VA serviciels. Dans ces espaces, des autorités organisatrices (locales pour les espaces urbains, régionales voire nationales pour les réseaux interurbains structurants) seraient en charge de déployer des flottes de voitures-services en propre ou en s'appuyant sur différents opérateurs. Une fois ces différents services opérationnels et efficaces, il s'agirait alors pour les pouvoirs publics d'élargir progressivement les espaces dédiés jusqu'à couvrir l'ensemble du territoire.

La mise en œuvre opérationnelle de ce scénario constitue un défi majeur pour les autorités publiques, qui devraient assurer de manière opérationnelle la mise à disposition d'une solution de mobilité pour tous et à tout moment (droit à la mobilité) dans des conditions garantissant aux individus le respect du à leur personne (droit à l'anonymat, absence de traçage notamment).

3.3.3 Scénario 2.1 : zonage réservé à la voiture autonome, une mise en œuvre envisageable dans la lignée des mesures existantes de règles de circulation spécifique sur des espaces dédiés mais pour laquelle la transition apparaît complexe.

La réalisation du scénario 2.1 (« zonage réservé à la voiture autonome ») suppose la généralisation du véhicule autonome dans des espaces dédiés.

La définition de ces espaces est en soi un des premiers enjeux. Il s'agira pour les pouvoirs publics de définir les espaces pour lesquels l'instauration exclusive du VA est pertinent au regard des objectifs de politiques publiques et cela dans le respect des volontés politiques locales et en portant attention aux potentiels effets réseaux.

Cette précision faite, ce scénario paraît envisageable dans la mesure où de nombreuses mesures ou règles spécifiques de circulation sont déjà mises en place notamment en zones urbaines (zones piétonnes, zones de circulation restreinte, zone à trafic limité, circulation différenciée, péages urbains...). Il s'agirait ici de poursuivre la logique et de réserver certaines de ces zones à la circulation unique de VA. Pour autant, il n'apparaît pas évident que les zones les plus pertinentes pour le développement des VA soient les zones denses déjà bien pourvues en transport collectif et dans lesquelles les modes actifs peuvent aisément se déployer (voir modèle de simulation de l'introduction de robot-taxi en Ile-de-France).

La question de la transition reste là encore entière si l'on se place dans l'optique d'un avènement instantané qui semble difficilement réaliste si l'on souhaite éviter de réserver trop de voirie à des véhicules qui seront d'abord peu nombreux. C'est pourquoi une approche progressive semble plus réaliste avec l'ouverture de certaines voies dédiées à la circulation de VA puis de certains axes avant d'opérer une bascule complète de l'ensemble de la voirie urbaine.

Une autre voie possible pourrait cependant être l'annonce d'une date de basculement suffisamment lointaine pour que les habitants s'y préparent et s'équipent tous progressivement de VA de niveau 4, qu'ils conduiraient jusqu'à la date de bascule, puis qu'ils confieraient à l'automate ensuite (l'un des problèmes restant de contrôler la désactivation de la possibilité de reprise de conduite humaine dans le périmètre réservé aux VA). L'accélération du renouvellement du parc et le souci d'éviter toute exclusion nécessiterait sans doute de mettre en place un système de prime à l'acquisition, qui peut être très coûteux au regard de la complète généralisation visée.

La principale difficulté de ce scénario tient dans les différentes interfaces à gérer entre réseau dédié aux circulations en VA et réseau mixte pour lesquels tout serait à inventer (les lieux de rencontres ainsi que les différents services associés permettant des jonctions aisées pour les usagers).

3.3.4 Scénario 2.2 : zonage réservé à la voiture-service, un scénario qui suppose une prise en charge complète de la trajectoire de déploiement par les autorités locales

La réalisation du scénario 2.2 (« zonage réservé à la voiture-service ») suppose la généralisation de la voiture-service et la fin du véhicule personnel dans des espaces réservés.

Il s'agit ici d'appliquer le modèle étudié ces dernières années par l'OCDE¹⁰, notamment sur la ville de Lisbonne, dont les travaux portaient justement sur l'impact de la généralisation d'une mobilité partagée et la fin du véhicule personnel. Le VA facilite la mise en œuvre de cette vision puisqu'il rend encore plus évidente l'optimisation des trajets et permet surtout d'abaisser drastiquement le coût du système. En même temps, on sent bien que le zonage doit très vite s'étendre à toute l'agglomération, voire à l'aire urbaine, afin d'éviter des ruptures de charge trop pénalisantes.

La mise en œuvre instantanée constitue là aussi un défi, mais qui pourrait être pris en charge par la collectivité, qui se doterait de la flotte nécessaire pour mettre ce service à disposition des usagers. La logique devrait, là aussi, être progressive, en réservant d'abord les zones les plus densément peuplées (l'hypercentre), puis le cœur d'agglomération, l'unité urbaine et enfin, éventuellement, une part de l'aire urbaine. Là aussi, il faut noter que si ce type de scénario a été étudiée sur des zones urbaines il n'apparaît pas évident qu'il s'agisse des zones les plus pertinentes pour le développement des VA.

La zone initiale ne peut pas être trop limitée, car il faut qu'il y ait une pertinence à s'y déplacer dans certains cas en véhicule motorisé, et il faut idéalement que les véhicules autonomes puissent en sortir pour permettre des déplacements de bout en bout :

- soit que ces VA soient aptes à circuler en niveau 5 sur n'importe quelle voirie et en mixité avec des VCH, ce qui n'est pas le plus simple à réaliser (et qui permet alors d'envisager de passer d'abord par le scénario 1.2) ;
- soit qu'il s'agisse de VA de niveau 4, dont l'utilisateur pourrait donc reprendre la conduite pour sortir du périmètre (ce qui signifie qu'il la prendrait alors en location de plus ou moins longue durée pour la ramener ensuite dans le périmètre).

Dans ce dernier cas de figure, les personnes extérieures au périmètre désirant s'y rendre se verraient, elles, nécessairement imposer une rupture de charge.

Une autre solution, non exclusive de la première, serait d'instaurer une mixité transitoire VA / VCH sur un territoire d'implémentation plus large :

- soit que les VA soient aptes à circuler en niveau 5 en mixité avec des VCH, cas idéal, mais pas le plus simple technologiquement comme on l'a déjà dit ;
- soit qu'il s'agisse de VA de niveau 4, dont l'utilisateur devrait assurer la conduite pendant la période transitoire (il s'agirait alors en fait d'une solution transitoire d'automobiles en libre-service se muant ensuite en VA serviciel).

Le problème de ce dernier cas, c'est que le parc ne pourrait pas être optimisé pendant cette phase transitoire, car les VA ne pourraient pas réaliser de courses optimisées ni de courses collectives. Une fois la bascule opérée, on peut imaginer que le parc surnuméraire pourrait justement être réemployé pour le déploiement de nouvelles zones, voire de nouvelles localités.

Ces différentes étapes doivent permettre de faire, si nécessaire, évoluer progressivement les infrastructures et aux usagers de s'adapter.

Indépendamment de cette phase transitoire, la question des déplacements de bout en bout et des interfaces reste une difficulté de ce scénario qui devra faire l'objet de réflexions spécifiques.

¹⁰ <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-mobility-executive-summary-fr.pdf>

3.3.5 Les scénarios 1.1 et 1.2 reposent sur un autre paradigme, celui de la mixité des trafics qui rend plus facilement concevable des trajectoires de mise en œuvre, mais reposent sur de très forts prérequis technologiques

Du moment où la technologie permet une mixité totale des circulations (VA et VCH) sur l'ensemble des réseaux routiers et que des investissements spécifiques sur les infrastructures ne sont pas nécessaires, alors les scénarios 1.1 (« mixité totale des circulations humaines et automatisées ») et 1.2 (« déploiement d'une offre non exclusive de voitures-services ») sont facilement envisageables.

Dans le scénario 1.1, la diffusion du véhicule autonome est une affaire de marché, à savoir de rencontres entre des produits commercialisés et une demande prête à payer un certain prix pour en bénéficier. Par conséquent, dans un premier temps, on peut penser que le marché du VA sera composé de personnes à fort pouvoir d'achat et à valeur du temps élevé, de personnes inaptes à la conduite et de quelques technophiles (« early users »). De même, les utilisateurs de VCH seraient ceux ne disposant pas des moyens de se procurer un VA et « les passionnés de conduite ».

Si la mixité des trafics ne crée pas d'effets secondaires contrevenants aux objectifs visés par l'intérêt général, alors cette situation pourrait perdurer longtemps et faire l'objet de divers dispositifs d'incitation / contraintes.

Dans le cas d'un rôle plus affirmé des pouvoirs publics en faveur d'une mobilité partagée, on pourrait facilement envisager le déploiement massif d'une offre de voitures services (scénario 3.2 « déploiement d'une offre non exclusive de voitures-services »). En effet, la suppression du coût de la conduite et les propriétés du véhicule autonome rendent possible le déploiement d'une offre massive de transport collectif d'un nouveau genre. Cette politique d'offre assortie d'une régulation forte contraignant les usages privés pourrait entraîner une refonte significative du paysage de la mobilité.

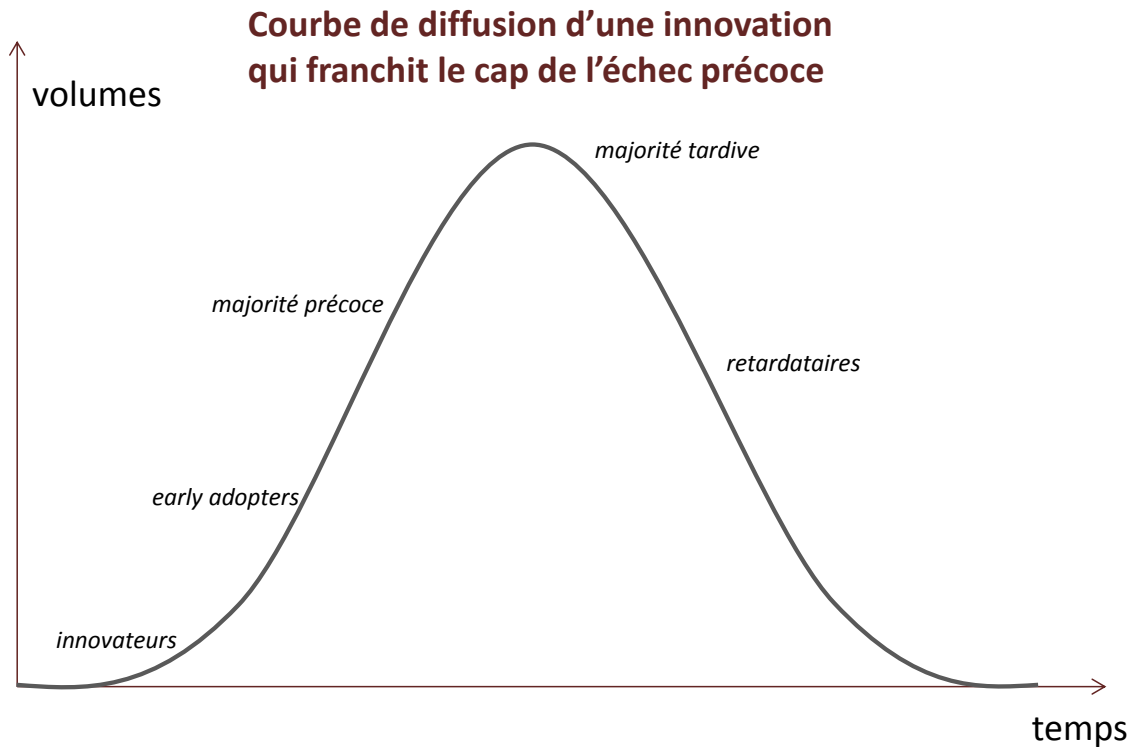
Si la mixité des circulations VA / VCH nécessite tout de même une communication entre véhicules, on peut imaginer la généralisation progressive d'une norme de connexion des véhicules, avec possibilité même d'équiper les véhicules anciens.

Si, enfin, la mixité des circulations VA / VCH nécessite un équipement spécifique de l'infrastructure, on peut imaginer une adaptation progressive de l'infrastructure. La question sera alors celle de la prise en charge de son coût. Si, via la connexion de tous les véhicules, cette amélioration de l'infrastructure profite à tous les automobilistes, on peut envisager un financement par tous les automobilistes, voire par la puissance publique. Si, en revanche, seuls les VA en profitent, il faudra imaginer un financement spécifique par leurs utilisateurs.

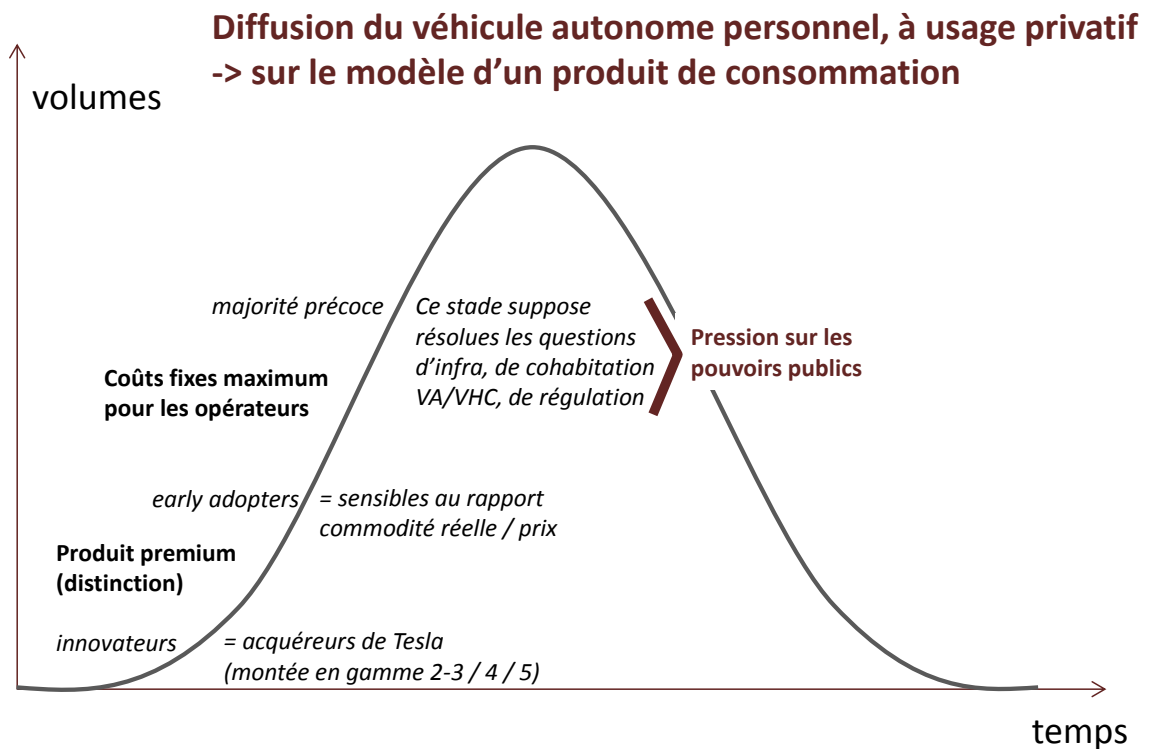
3.3.6 Réflexions autour de différents modèles de trajectoires de diffusion économique du VA

Ces différentes trajectoires possibles peuvent être illustrées par les schémas présentés ci-dessous relatifs à la courbe classique de diffusion puis de reflux sur le marché d'une innovation qui passerait les différents caps d'échec qui sont le lot de 80% des innovations.

Il s'agit donc ici d'illustrer les trajectoires industrielles possibles de diffusion du VA.

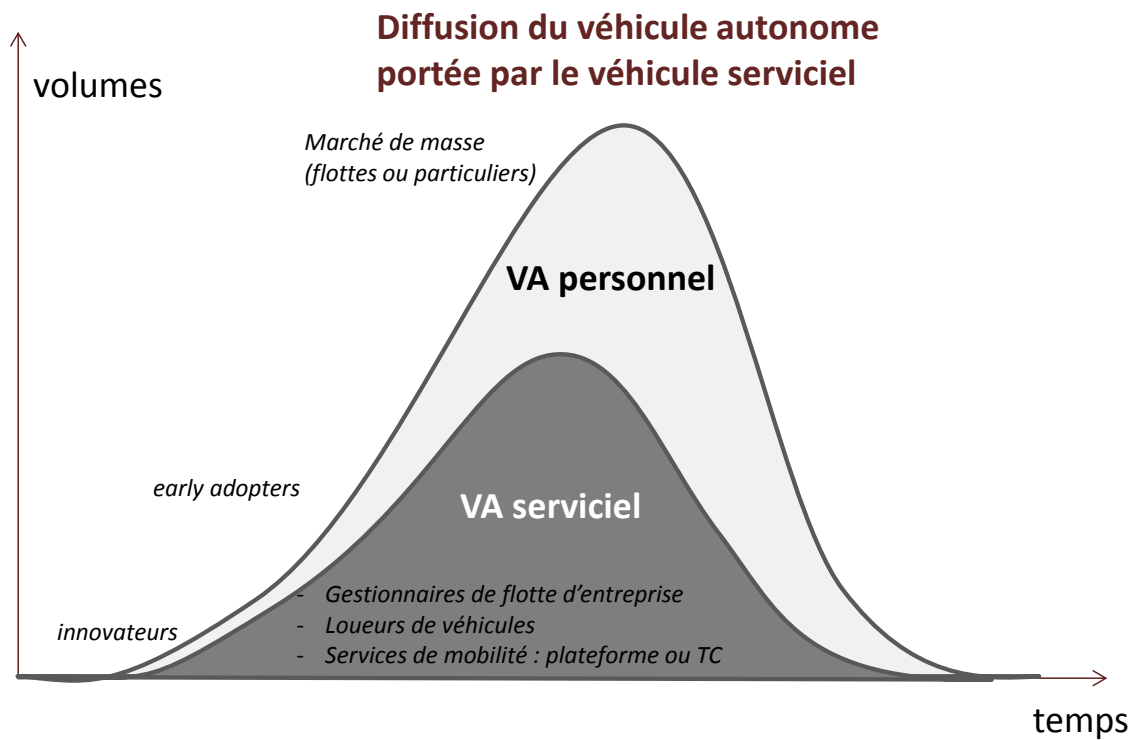


Il est possible d'analyser l'application de ce modèle au cas de la diffusion du véhicule autonome sous sa forme personnelle, pour un usage prioritairement privatif (scénarios 1.1, 1.2 et 1.3).



Il est également possible d'envisager un scénario mixte, où le développement du marché serait d'abord porté par des prescripteurs développant une offre de VA serviciel. Une fois la preuve

d'effectivité du produit faite par ces prescripteurs et les « early adopters » ainsi captés, un marché du VA personnel pourrait à son tour se développer (scénario de type 1.2, après une première phase s'apparentant aux scénarios 2.2 / 3.2).



Classification internationale du véhicule autonome :

La classification du véhicule autonome repose selon les principales classifications internationales (SAE¹¹, OICA¹², BAST¹³) sur l'identification de 6 niveaux.

La classification conjointe à ces trois entités permet de définir un régime relativement clair de responsabilité :

- **Niveau 0 : aucune automatisation.**
- **Niveau 1 : conduite assistée.**
- **Niveau 2 : automatisation partielle**, limitée à la vitesse et à la tenue de cap, le conducteur n'étant jamais totalement déchargé de sa responsabilité.
- **Niveau 3 : automatisation conditionnelle**, dépendant des routes empruntées, le conducteur devant à **tout moment** être à même de reprendre les commandes.

Pour l'ensemble de ces quatre premiers niveaux, le conducteur est seul responsable de ce que fait le véhicule :

- **Niveau 4 : automatisation poussée, libérant le conducteur** dans certaines circonstances (par exemple sur autoroute). La responsabilité varie selon que les circonstances imposent au conducteur de diriger le véhicule ou lui permettent de s'en remettre aux automatismes.
- **Niveau 5 : conduite totalement automatisée**, avec ou sans personne à bord. La responsabilité ne peut reposer sur un conducteur au volant, puisqu'il n'existe pas : même présent dans l'habitacle, il est exclusivement un passager, même lorsqu'il possède le véhicule.

¹¹ Fondée en 1905 sous l'appellation *Society for Automobile Engineers* (SAE), SAE International propose des références techniques relatives aux véhicules terrestres depuis plus de 100 ans.

¹² Créée en 1919 à Paris, où elle est toujours basée, l'Organisation internationale des constructeurs automobiles, (OICA) regroupe 42 constructeurs automobiles.

¹³ BAST (Bundesanstalt für Straßenwesen, Institut fédéral pour le domaine routier) est rattaché au ministère allemand des transports et des infrastructures numériques.