

Réseaux du futur - Les voitures connectées

L'émergence de nouveaux services de mobilité laisse supposer des besoins croissants de connectivité. Pour y répondre, différentes technologies existent, s'appuyant sur différents réseaux. La présente note se concentre sur les Systèmes de Transport Intelligents (STI) routiers, et plus précisément les voitures connectées, pour comprendre quelles stratégies de connectivité existent et quels impacts peuvent en être attendus, tant sur les réseaux que sur le secteur automobile.

Synthèse

La connexion de l'infrastructure routière aux véhicules et des véhicules entre eux ouvre la voie à de nombreuses applications. Les messages peuvent être générés automatiquement par les véhicules à partir de leurs capteurs embarqués (route glissante, freinage d'urgence...) ou transmis par les gestionnaires d'infrastructures routières (chantiers, viabilité hivernale, conditions de trafic...). Ils peuvent être échangés « directement », via des communications de courte portée dans la bande de fréquences des 5,9 GHz, ou via le réseau cellulaire des opérateurs mobiles, sur de plus longue portée, via les bandes de fréquences qui ont été attribuées à ces opérateurs. L'un des enjeux principaux consiste en la mise en place d'un écosystème fédérateur entre les véhicules, les réseaux de télécommunication et les réseaux routiers, qui ouvrira la voie à des cas d'usages variés, dans le domaine de la sécurité routière, de l'efficacité du trafic, de la protection environnementale ou du confort des conducteurs.

Malgré les promesses offertes par les véhicules connectés, il existe aujourd'hui plusieurs barrières qui freinent leur déploiement :

- les technologies de communication qui équiperont ces véhicules ne sont pas encore arrêtées, et il existe aujourd'hui une bataille intense entre les acteurs du secteur (notamment les constructeurs automobiles) pour imposer leur standard parmi les deux technologies rivales, qui sont l'ITS-G5 et le C-V2X ;
- les modèles économiques associés ne sont pas clairement identifiés, en particulier en ce qui concerne le déploiement des unités de bord de route, utilisées par les gestionnaires d'infrastructures pour communiquer avec les véhicules ;
- la difficulté à garantir une réelle fiabilité de la communication sur une large part des réseaux routiers, pourtant critique pour les cas d'usages liés à la sécurité routière.

Enfin, il faut signaler qu'au-delà des technologies basées sur une connectivité intégrée dans les véhicules, d'autres modèles, basés sur une connectivité apportée par le smartphone de l'utilisateur, sont susceptibles d'émerger et d'apporter des applications innovantes à un rythme rapide.

1. Les STI routiers

1. Véhicules connectés et autonomes

Les systèmes de transport intelligents se conçoivent comme un écosystème permettant, grâce aux technologies numériques, de collecter, traiter et diffuser l'information liée aux transports. Ils créent ainsi un lien de communication entre les différentes couches du domaine que sont les infrastructures, le ou les véhicules, et l'utilisateur. De nombreux usages sont permis grâce à ces systèmes, notamment les assistants à la conduite, les véhicules connectés et autonomes.

Le terme « véhicule **connecté** » recouvre non seulement une diversité de connexions mais également d'applications et de services. Ce type de véhicules n'est pas seulement connecté à un réseau (*Vehicule to Network*, ou V2N) permettant d'offrir des services au sein de l'habitacle tels que des informations sur le trafic en temps réel par exemple ; ils sont également en mesure d'échanger des informations avec d'autres véhicules (V2V), avec les infrastructures (V2I), ou encore, avec les piétons (V2P).

Au-delà de leur connectivité, certains véhicules peuvent intégrer des niveaux plus ou moins importants d'aide à la conduite. A l'extrême, on appelle véhicules **autonomes** les véhicules aptes à rouler sans intervention du conducteur dans certaines configurations.

2. Différents cas d'usage

Des véhicules de ce type, connectés ou autonomes, sont d'ores et déjà en service, l'évolution vers plus de connectivité et d'autonomie faisant dès aujourd'hui partie des arguments de vente et de différenciation des produits. En effet, les véhicules peuvent être déjà partiellement connectés : information sur le trafic en temps réel, Bluetooth, etc. De même, certains véhicules proposent parmi leurs options une assistance à la conduite, comme la réalisation de certaines manœuvres tels que des créneaux ou le freinage d'urgence sans intervention du conducteur.

Les domaines d'applications et de cas d'usages sont nombreux : il apparaît que les questions de sécurité routière, d'efficacité du trafic, de protection environnementale et de confort des conducteurs sont au cœur des vellités dans le domaine du véhicule connecté. Les pistes les plus avancées semblent par ailleurs porter sur les camions ou encore les flottes de véhicules.

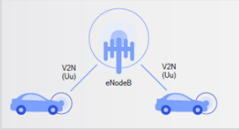
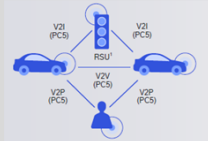
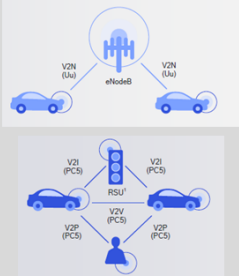
2. Les solutions technologiques existantes

La connectivité croissante des véhicules pose la question des technologies qui seront employées pour opérer cette connectivité, et de leurs impacts potentiels sur les réseaux de communication et leur infrastructure. Afin d'évaluer ces implications, il convient au préalable de distinguer les deux principaux modes de communication qui permettent aux véhicules connectés d'échanger des informations :

- Les communications dites « directes », de courte portée, qui utilisent la bande de fréquence des 5,9 GHz ;
- Les communications de longue portée, qui utilisent les réseaux cellulaires des opérateurs mobiles, dans les bandes de fréquences qui leur ont été attribuées.

Les modes de communication en bande 5,9 GHz ou au moyen des réseaux des opérateurs mobiles peuvent être présents séparément ou simultanément sur un véhicule. Ainsi, plusieurs stratégies de connectivité peuvent exister :

Tableau 1 : stratégies de connectivité

	Bandes des opérateurs mobiles	Bande 5,9 GHz	Bande des opérateurs mobiles + bande 5,9 GHz
Technologies	2G, 3G, 4G, bientôt 5G	ITS-G5 (dérivé du Wi-Fi)	C-V2X (Cellular Vehicle-to-Everything)
Mode de communication	Vehicle-to-Network 	Vehicle-to-Vehicle Vehicle-to-Infrastructure Vehicle-to-Pedestrian 	Vehicle-to-Network Vehicle-to-Vehicle Vehicle-to-Infrastructure Vehicle-to-Pedestrian 

Source des schémas : Qualcomm

Il convient de signaler que le déploiement des réseaux dans les bandes des opérateurs mobiles et dans la bande 5,9 GHz ne sera pas nécessairement réalisé par les mêmes acteurs.

1. Les communications directes dans la bande des 5,9 GHz

S'agissant des fréquences, les véhicules connectés peuvent utiliser pour les communications directes la bande 5875 - 5905 MHz (ou « bande 5,9 GHz »), qui a été désignée de manière harmonisée au niveau européen par la décision 2008/671/CE.

Le régime d'utilisation de la bande 5,9 GHz est un régime d'autorisation générale, ou « bande libre », réservée aux STI routiers. Cette bande de fréquences est ainsi utilisable par tous les STI routiers gratuitement, sans déclaration préalable ni demande d'autorisation, sous réserve de respecter les conditions techniques d'utilisation de la bande définies au niveau européen.

Performances et cas d'usage

Les communications directes dans la bande des 5,9 GHz se caractérisent par :

- une portée de l'ordre du kilomètre pour les communications V2I, de l'ordre de 500 mètres pour les communications V2V ;
- des latences relativement faibles, de l'ordre de la dizaine de milliseconde ;
- des débits relativement faibles, du fait de la faible largeur de bande disponible ;
- l'absence de garantie de non brouillage.

Ces performances peuvent toutefois varier significativement en fonction de la présence d'obstacles le long du trajet de l'onde (en milieu urbain notamment) et de la densité de véhicules utilisant la bande au même moment.

Les communications directes en bande 5,9 GHz ne sont pas limitées aux seules communications entre véhicules (V2V), elles peuvent aussi avoir lieu avec l'infrastructure routière (V2I) *via* des unités de bord de route (UBR)¹. Ces UBR peuvent être déployées en des points précis de la voirie, en particulier en des points réputés dangereux, afin de prévenir le véhicule connecté et limiter les risques d'accident.

Les communications directes en bande 5,9 GHz sont utilisées pour fournir aux conducteurs des informations supplémentaires sur les autres véhicules, l'état du trafic et l'environnement routier. Ces informations viennent compléter celles détectées par le véhicule grâce à ses capteurs propres (radars, caméras, lidars) et peuvent être exploitées par les algorithmes de la voiture pour améliorer la sécurité routière, optimiser les services d'aides à la conduite, et à terme offrir de plus hauts niveaux d'autonomie.

Technologies utilisées dans la bande

Les conditions d'utilisation de la bande des 5,9 GHz étant neutres technologiquement, toute technologie peut y être utilisée dès lors qu'elle respecte les conditions techniques d'utilisation harmonisées.

En pratique, il existe aujourd'hui deux principales technologies capables d'utiliser la bande 5,9 GHz :

- L'ITS-G5 (*Intelligent Transport System - G5*)
- Le C-V2X (*Cellular Vehicle-to-Everything*)

L'ITS-G5 est une technologie mature, dérivée du WiFi. Plusieurs projets pilotes à grande échelle ont déjà été réalisés avec cette technologie, notamment le pilote SCOOP, qui vise à déployer 3 000 véhicules sur 2 000 km de routes répartis en cinq sites : Ile-de-France, A4, Isère, rocade de Bordeaux et Bretagne. Cette technologie est conçue pour fonctionner uniquement en bande 5,9 GHz. La notion de maturité doit toutefois être considérée avec prudence dans la mesure où peu de tests avec une densité significative de véhicules ont été réalisés et documentés.

Le C-V2X est une technologie plus récente, définie par le 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*). Cette technologie peut utiliser la bande 5,9 GHz pour des communications directes, ainsi que le réseau cellulaire des opérateurs mobiles pour communiquer avec les véhicules (notamment les fréquences basses qui permettent des couvertures plus étendues que la bande 5,9 GHz) (cf. ci-dessous)). Le C-V2X est basé aujourd'hui sur la technologie LTE aussi bien pour les communications directes en bande 5,9 GHz que pour les communications cellulaires (on parle de « LTE-V2X ») ; à terme, le C-V2X devrait évoluer pour intégrer la 5G (« 5G-V2X »), et ainsi bénéficier des avancées de performance associées (débit, latence, fiabilité).

Ces deux technologies ne sont aujourd'hui pas interopérables, c'est-à-dire qu'un véhicule équipé d'une technologie ne pourra pas communiquer avec un véhicule équipé de l'autre technologie. Des travaux sont actuellement en cours pour rendre l'ITS-G5 et le C-V2X interopérables et traiter la question de leur coexistence radio dans la même bande de fréquences.

¹ Pour permettre par exemple aux gestionnaires d'infrastructures routières de transmettre des informations aux véhicules (types : chantiers...)

Travaux en cours et annonces de déploiement

Au niveau européen, la directive 2010/40/EU (article 7) prévoit que la Commission européenne doit définir les spécifications nécessaires pour assurer la compatibilité, l'interopérabilité et la continuité en vue du déploiement et de l'utilisation opérationnelle des STI dans l'Union européenne. Un projet d'acte délégué visant à définir ces spécifications est actuellement en cours de préparation par la Commission. Dans sa rédaction actuelle (au 14 janvier 2019), l'acte délégué autorise le déploiement de la technologie ITS-G5, qui est la plus mature, et prévoit un processus pour permettre l'arrivée d'autres technologies (comme le C-V2X) dans un délai rapide, dès lors que celles-ci sont techniquement matures et capables d'assurer la compatibilité et l'interopérabilité avec les technologies déjà mises en places (ou de définir un chemin de migration convenable). Des travaux sont également en cours au niveau de la CEPT (Conférence Européenne des administrations des Postes et Télécommunications) et à l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) pour traiter la question de la coexistence des technologies ITS-G5 et C-V2X dans la même bande de fréquences.

Au niveau national, la stratégie du développement du véhicule autonome², publiée en mai 2018 par le ministère des transports, prévoit la préparation d'un plan de déploiement de la connectivité des infrastructures. En parallèle, un groupe de travail regroupant plusieurs acteurs institutionnels (ministère chargé des transports, ministère chargé de l'économie, Arcep) et industriels (constructeurs automobiles, opérateurs mobiles, gestionnaire d'autoroutes...) s'est réuni courant 2018 et a produit un rapport comparant les solutions technologiques disponibles et la pertinence socio-économique de la couverture de différentes sections-types du réseau routier. Les suites données par le gouvernement à ce rapport ne sont pas connues pour le moment.

Sans attendre la stabilisation du cadre réglementaire, certains constructeurs automobiles ont d'ores-et-déjà annoncé leur intention de lancer sur le marché leurs véhicules connectés avec l'une ou l'autre de ces technologies, dont notamment :

- En ITS-G5 : Volkswagen³ (déploiement dans les nouveaux véhicules à partir de 2019), Renault
- En C-V2X : PSA⁴ (à partir de 2020), Ford⁵ (pour ses véhicules aux Etats-Unis, à partir de 2022), BMW

Quelques éléments de comparaison internationale peuvent être donnés :

- Le Japon a débuté en 2011 le déploiement d'UBR pour permettre des services I2V selon la technologie DSRC (*Dedicated Short-Range Communications*, équivalent de l'ITS-G5) opérant dans la bande des 5,8 GHz. Pour les services V2V, un autre système est actuellement en cours de test, dans la bande des 760 MHz.

² <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/quelle-strategie-developpement-du-vehicule-autonome-en-france>

³ Communiqué de presse : <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/volkswagen-group-assumes-pioneering-role-in-rapid-road-safety-improvement-541>

⁴ Communiqué de presse : <https://www.groupe-psa.com/fr/actualites/corporate/le-groupe-psa-accelere-dans-le-deploiement-des-vehicules-connectes/>

⁵ Communiqué de presse : <https://www.qualcomm.com/news/releases/2018/01/09/qualcomm-and-ford-collaborate-c-v2x-global-initiative-improve-vehicle>

- En Chine, la bande 5905 - 5925 MHz est réservée pour la technologie C-V2X depuis octobre 2018.
- Aux Etats-Unis, la bande 5850 - 5925 MHz est réservée pour le DSRC. Le C-V2X peut toutefois y avoir accès à titre expérimental dans des zones géographiques bien définies.
- La Corée du Sud a achevé fin 2017 un projet pilote de services I2V, V2I et V2V sur un tronçon autoroutier de 88 km, basé sur la technologie DSRC, opérant dans la bande 5855 - 5925 MHz.
- Enfin, l'Autriche et sa compagnie autoroutière nationale ASFINAG ont annoncé en septembre 2018 le lancement d'un appel d'offres pour l'équipement du réseau autoroutier en ITS-G5.

Enfin, il faut signaler que la disponibilité des puces utilisées pour la technologie C-V2X pourra constituer un enjeu de souveraineté, dans la mesure où le nombre d'entreprises proposant ces puces est aujourd'hui très limité (il devrait toutefois croître au fur et à mesure que le marché des véhicules connectés se développe).

Positionnement des acteurs interrogés sur le choix entre ces deux technologies

Comme leurs différentes annonces le montrent, les constructeurs automobiles ne sont pas unanimes quant à leur préférence pour l'une ou l'autre technologie. Parmi les constructeurs interrogés, certains sont en faveur de l'ITS-G5, et estiment essentiel que les technologies déployées soient interopérables, pour permettre un taux de pénétration suffisant dans le parc de véhicules en circulation : pour ces acteurs, il est donc impératif que le C-V2X soit rétro-compatible avec l'ITS-G5, qui sera déployé en premier.

D'autres constructeurs, en faveur du C-V2X, mettent en avant les économies d'échelles permises par cette technologie : les véhicules étant produits à l'échelle mondiale, ces constructeurs privilégient un alignement avec la Chine, qui a fait le choix du C-V2X. Ces acteurs jugent également le C-V2X intrinsèquement plus performant que l'ITS-G5, et expliquent le choix de l'ITS-G5 par leurs concurrents comme le résultat d'un verrouillage technologique (les investissements initiaux menés par ces industriels les lieraient aujourd'hui à l'ITS-G5). Pour ces acteurs, le débat technologique est jugé regrettable dans la mesure où il génère de nombreuses incertitudes qui ralentissent le déploiement des technologies et des infrastructures de long des routes.

Du côté des opérateurs mobiles, un premier acteur considère que le C-V2X sera probablement plus performant à terme : en effet, sa capacité à faire appel à un serveur dans le réseau permet d'optimiser, de manière centralisée, l'utilisation du spectre de la bande 5,9 GHz. Cette possibilité n'existe pas en ITS-G5. Cet acteur souligne toutefois que le C-V2X n'est actuellement pas assez mature, ce qui ne permet pas de vérifier les performances annoncées. Selon un second acteur, les communications cellulaires et les communications directes V2V ont toutes deux de l'intérêt et seront complémentaires, les communications directes pouvant servir à prendre le relai dans les zones blanches des réseaux mobiles. Dans l'ensemble, les opérateurs mobiles interrogés indiquent ne pas souhaiter prendre position en faveur de l'une ou l'autre technologie et considèrent que les deux doivent pouvoir être envisagées.

Il convient de souligner que la position de neutralité technologique implique que les deux technologies en compétition doivent avoir les mêmes chances de déploiement d'un point de vue réglementaire : par conséquent, leurs adaptations (dont la faisabilité n'est pas confirmée et en cours d'évaluation) devraient être équitablement supportées, compte tenu de leur niveau de déploiement commercial actuel.

Enfin, un équipementier interrogé, se déclare en faveur de l'ITS-G5. Cet acteur juge en effet essentiel de pouvoir établir des communications directes avec les utilisateurs, qui ne soient pas tributaires du

réseau des opérateurs mobiles : la capacité du C-V2X à utiliser les réseaux mobiles présente donc, selon cet acteur, peu d'intérêt. Cet équipementier met également en avant le recul important disponible sur l'ITS-G5, qui permet d'évaluer de façon fiable les performances de cette technologie, à l'inverse du C-V2X.

Toutefois, pour de nombreux acteurs, le critère de choix n'est pas tant la performance de chacune de ces deux technologies, que l'existence d'un écosystème. Pour l'un des constructeurs interrogés, l'écosystème 5G et donc C-V2X sera plus actif et plus dynamique que l'écosystème ITS-G5. A l'inverse, un opérateur télécom rappelle que l'écosystème C-V2X est pour l'instant balbutiant et que la technologie manque encore de maturité.

Tandis que les premiers déploiements adoptaient davantage la technologie ITS-G5, les récentes annonces laissent supposer que de plus en plus d'industriels tendent à adopter le C-V2X, ce qui pose la question de la stabilité des positions. Dans ce contexte, l'enjeu pour le régulateur est de parvenir à éclairer un débat technologique complexe, et de contribuer à la définition d'un cadre réglementaire à même de lever les incertitudes qui freinent aujourd'hui les acteurs automobiles, tout en veillant à éviter le risque de verrouillage technologique.

Modalités de déploiement des infrastructures en bord de route

Il existe actuellement beaucoup d'incertitudes sur les modalités de déploiement des UBR. Leur coût unitaire étant estimé à environ 3 000 € (pour une couverture de 2 km), leur déploiement entraînerait des investissements très élevés, ne serait-ce que pour la couverture des réseaux autoroutiers, même si leur densité linéaire est optimisée pour couvrir exclusivement les zones à risque⁶ :

- Tout d'abord, il existe une incertitude sur l'intérêt socio-économique d'un tel déploiement, du point de vue de la collectivité : les premiers résultats de l'analyse coût-bénéfice sur ce sujet, menée par le ministère des transports, peuvent être positifs sous certaines hypothèses ;
- Ensuite, il existe une incertitude sur les modèles économiques qui permettraient à des acteurs privés de procéder à un investissement dans des UBR, les sources de revenus n'étant pas clairement identifiées aujourd'hui.

Au total, il est difficile de prédire quel pourrait être l'acteur en charge de leur déploiement : Etat, collectivités territoriales, gestionnaires autoroutiers, acteurs privés...

2. Les communications cellulaires, *via* les réseaux des opérateurs mobiles

Les véhicules connectés peuvent également utiliser les réseaux des opérateurs mobiles (encore appelés « réseaux cellulaires ») pour se connecter à l'Internet général et échanger des informations. Cela nécessite que les véhicules soient équipés d'une carte SIM, qu'ils disposent d'un contrat avec les opérateurs mobiles pour l'utilisation de leur réseau, et que les axes de circulation bénéficient d'une couverture mobile.

Contrairement au cas de la bande 5,9 GHz, les réseaux mobiles utilisent différentes bandes de fréquences attribuées par l'Arcep, sous un régime d'autorisation individuelle.

⁶ Charges auxquelles s'ajoutent les frais d'exploitation de ces infrastructures, dont les estimations sont encore très variables

L'accès des véhicules au réseau cellulaire permet, par rapport aux possibilités offertes sur la bande 5,9 GHz :

- d'accéder à des débits plus élevés, ouvrant la voie à davantage de services⁷ ;
- des communications sur de plus longues distances entre les véhicules ;
- une garantie de non brouillage, qui se traduit en pratique par la possibilité, en cas de brouillage constaté, de déclencher une procédure visant à faire cesser le brouilleur.

L'accès des véhicules au réseau cellulaire permet, par ailleurs, de bénéficier des avancées technologiques des réseaux des opérateurs mobiles, et notamment de l'arrivée de la 5G (la cinquième génération de réseaux mobiles), sous réserve que les capacités de connectivité des véhicules évoluent au même rythme que celles des réseaux mobiles.

Enfin, la connectivité cellulaire peut être apportée soit *via* des cartes SIM intégrées dans le véhicule, soit *via* le smartphone de l'utilisateur.

3. Quelles évolutions pour le secteur automobile ?

1. Une évolution des relations entre constructeurs automobiles et opérateurs mobiles

L'enjeu de fiabilité au centre des débats

Pour les constructeurs automobiles, la connectivité des véhicules permet d'augmenter l'attractivité de ces derniers sur plusieurs points. Tout d'abord, elle permet d'offrir de nouveaux services dits « sous le capot » tels que la maintenance ou la sécurité⁸. Ensuite, elle permet d'offrir une plus grande gamme de fonctionnalités et de loisirs, dites « sous l'habitacle » à destination des conducteurs⁹.

Ces développements conduisent les constructeurs automobiles à exiger des niveaux de fiabilité et de couverture plus importants. Toutefois, les relations contractuelles existantes engagent généralement les opérateurs mobiles sur des obligations de moyens, ce qui ne répond que partiellement aux besoins des constructeurs automobiles, selon ces derniers. Selon un opérateur, il sera impossible de garantir une réelle fiabilité de la communication sur une large part des réseaux routiers, ce qui rend nécessaire le développement de véhicules apportant un niveau suffisant de sécurité y compris en l'absence de connectivité.

De plus, certains opérateurs signalent avoir recours au *roaming* avec des opérateurs étrangers, pour assurer la continuité du service lorsque les véhicules connectés circulent à l'étranger. Ce recours au *roaming* peut conduire, selon certains opérateurs, à complexifier la chaîne de responsabilité entre les différents acteurs, et donc à réduire la capacité des opérateurs à engager leur responsabilité sur un niveau donné de fiabilité de la communication. Certains opérateurs prédisent l'émergence d'un nouveau marché consistant en la fourniture de forfaits transfrontaliers spécifiques aux STI routiers, et s'attendent à l'apparition de nouveaux acteurs internationaux sur ce segment.

Par ailleurs, il n'est pas exclu que certains constructeurs automobiles fassent le choix de devenir eux-mêmes MVNO¹⁰ pour assurer eux même la connectivité de leur véhicule. D'une part, cette position

⁷ Accès à Internet à des fins de divertissement, signalisation de points d'intérêt, activation à distance du moteur, localisation en cas de vol...

⁸ *Via*, par exemple, des mécanismes de remonté d'alertes.

⁹ Déverrouillage à distance du véhicule, accès à des contenus en ligne, etc.

¹⁰ *Mobile Virtual Network Operator* : opérateur de réseau mobile virtuel.

leur permettrait de profiter de la taille de leurs parcs pour obtenir de meilleures conditions de négociation notamment de *roaming* et de qualité de service, d'autre part, les constructeurs pourraient ainsi optimiser leurs niveaux de qualité de service par gamme de véhicules.

Du côté des opérateurs mobiles, certains reconnaissent que des niveaux de fiabilité très élevés peuvent être obtenus dans des environnements contrôlés, où l'aménagement est entièrement maîtrisé et contrôlé par un gestionnaire unique (voies ferrées, sites industriels précis, voire autoroutes). Ils indiquent néanmoins que les niveaux de fiabilité souhaités par les constructeurs automobiles paraissent hors de portée à l'échelle nationale et ce, en raison des multiples sources de défaillance de la communication pouvant intervenir au-delà du périmètre de la seule communication radio – qui est sous le contrôle des opérateurs de télécommunication. L'absence de couverture mobile pourrait alors être compensée par des communications en V2V, ou encore, par le téléchargement en amont des données nécessaires afin de pouvoir circuler dans les zones blanches des réseaux mobiles si celles-ci sont anticipées avec suffisamment de précision.

Enfin, équiper les véhicules avec les deux technologies est envisagé par certains acteurs à terme, pour bénéficier d'une plus grande fiabilité.

Les visions de modalités de couverture 5G

Selon les opérateurs interrogés, la couverture 5G se heurtera non seulement au coût du déploiement des infrastructures mais aussi au coût d'accès aux pylônes le long des autoroutes facturé par les gestionnaires autoroutiers. Par ailleurs, les gestionnaires autoroutiers pourraient être tentés de déployer leurs propres infrastructures de sorte à proposer de nouveaux services renforçant l'attractivité du transport en voiture directement aux conducteurs, sans passer par les opérateurs mobiles. Interrogé sur la pertinence du modèle envisagé en Allemagne (couverture mutualisée le long de certains axes routiers), au moins un opérateur ne s'est pas montré favorable à une telle politique¹¹. En tout état de cause, les opérateurs soulignent qu'une couverture URLLC¹² le long des routes n'aurait de sens économiquement que si les utilisateurs montrent une propension à payer pour des services qui restent encore à définir.

Une concurrence mobile sur les marchés des voitures connectées ?

Actuellement, l'opérateur en charge de la connectivité du véhicule est sélectionné par le constructeur automobile. Selon les constructeurs, cette relation contractuelle unique permet un déploiement d'infrastructures plus adapté à leurs besoins. Le fait que l'opérateur mobile en charge de la connectivité du véhicule soit déterminé par le constructeur, et non l'utilisateur final, peut sembler davantage lié à des questions commerciales que techniques, les constructeurs souhaitant préserver une relation directe avec les conducteurs.

Si opérateurs et constructeurs défendent que les communications de nature technique entre le véhicule et son constructeur doivent s'effectuer *via* un opérateur mobile choisi par le constructeur, ces derniers s'accordent également à dire que la connectivité liées aux usages des utilisateurs pourrait être effectuée par les réseaux mobile de leur choix. Les véhicules pourraient par exemple être équipés d'une double carte SIM, l'une inhérente au constructeur et dédiée aux aspects techniques du véhicule, l'autre choisie par l'utilisateur et utilisée à des fins de divertissement. Certains acteurs avancent que laisser ce choix à l'utilisateur lui permettrait de choisir le niveau de

¹¹ Il convient toutefois de souligner que la raison avancée par l'opérateur n'est pas de nature technique ou financière, mais concerne la charge administrative potentiellement associée à cette mesure.

¹² *Ultra Reliable Low Latency Communications*.

connectivité répondant à ses besoins et de retrouver (à tout le moins en partie) l'environnement de son opérateur mobile dans sa voiture (l'environnement à bord d'un véhicule ne dépend pas seulement de l'opérateur mobile, mais aussi du système d'exploitation du véhicule). Quel que soit l'accès retenu, dès lors qu'il permet un accès à un internet général, les utilisateurs bénéficient d'un internet ouvert en application du règlement sur la neutralité du Net.

2. Mobility as a service : de la voiture objet à la voiture service

En complément des modèles basés sur une des technologies de connectivité embarquée dans les véhicules, certains acteurs prédisent l'émergence d'un modèle où la connectivité est apportée par le smartphone de l'utilisateur. Il est probable que ces deux modèles coexistent, dans la mesure où leur pertinence dépend du cas d'usage envisagé.

La 5G cellulaire : le smartphone au cœur de la voiture-service ?

Les technologies de connectivité embarquée présentent un niveau de fiabilité plus élevée, car elles sont intégrées avec toute la chaîne de commande du véhicule et offrent une garantie anti-intrusion plus importante qu'avec les smartphones. Elles semblent donc a priori plus adaptées aux cas d'usage critiques, liés notamment à la sécurité des passagers.

Pour autant, pour les cas d'usage peu ou pas critiques (i.e. qui ne sont pas liés à la sécurité), les solutions basées sur smartphone présentent de l'intérêt. Ainsi, il est à noter que les premières applications d'aide à la conduite qui ont vu le jour ont été conçues et déployées par des acteurs non issus du monde automobile, en appui sur l'ouverture des réseaux GPS puis des réseaux mobiles haut débit. La puissance accrue des réseaux mobiles et des terminaux, qui facilitent les mises à jour et les ajouts d'informations sur le trafic, ont par exemple conduit à une diminution constante de l'usage des GPS intégrés aux véhicules au bénéfice de versions applicatives disponibles sur smartphones. Plus généralement, les applications très innovantes sont plus facilement susceptibles de se développer sur smartphone, en raison des temps d'appropriation et de déploiements plus courts que permet ce support, les coûts de changement d'un smartphone ou de mise à jour d'une application étant nettement inférieurs à ceux d'un véhicule. De plus, l'équipement en smartphones ne concerne pas seulement les conducteurs, mais aussi les personnes vulnérables telles que les piétons ou cyclistes, ce qui facilite le développement de solutions plus globales. Enfin, le marché des applications mobiles est caractérisé par un rythme d'innovation très soutenu, susceptible de faciliter le déploiement à grande échelle et sur un cycle rapide de solutions applicatives multi-plateformes. La 5G pourrait être supportée plus rapidement dans les smartphones que dans les solutions embarquées. La 5G pourrait donc conforter le rôle important des smartphones pour des cas d'usages non liés à la sécurité. *A contrario*, les solutions embarquées dans le véhicule peuvent mettre plus de temps à être déployées par les constructeurs et à se faire adopter par les consommateurs. Ces solutions sont notamment soumises à des modalités de mises à jour plus contraignantes.

Vers un modèle hybride ?

Un expert interrogé estime qu'il serait possible d'envisager un modèle hybride en appui sur des UBR, lorsqu'elles existent, et les smartphones des usagers, avec une complémentarité de services qui apparaîtra spontanément en fonction de leur qualité, pertinence et fiabilité.

Par ailleurs, avec la quantité de capteurs qu'il intègre, le véhicule actuel peut être identifié comme un capteur mobile. Ses données peuvent être, pour la plupart, accessibles *via* une prise diagnostic (OBD, On Board Device) standardisée, qui permet de faire remonter ces données vers un smartphone pour envisager diverses applications, et ce sans déploiement d'infrastructures dédiées.