

Stratégie nationale de connectivité véhicules – infrastructures

Point d'étape à mi-2024

Ce document présente le point d'étape, à mi-2024, des travaux relatifs au déploiement de la connectivité véhicules-infrastructures, conduits dans le cadre de la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée de février 2023, et de son action consistant à « *prioriser et coordonner les déploiements en matière de systèmes de connectivité* ». Ce document, qui fait suite aux documents élaborés en 2023 ¹, fournit un premier cadre aux travaux du contrat stratégique de filière automobile 2024-2027 qui prévoit une « *feuille de route de déploiement de la connectivité véhicules-infrastructures* » et « *plusieurs scénarios de déploiement, et pouvant donner lieu à engagements réciproques en termes de cas d'usage prioritaires, d'équipement des véhicules, d'équipements de bord de voie, là où c'est pertinent* ».

Ce document ne traite pas de deux volets connexes au déploiement de la connectivité véhicules-infrastructures, et traités par ailleurs, que sont l'application du cadre réglementaire en matière d'échanges de données routières et la mise en place d'espaces sécurisés d'échanges de données.

Ce document synthétise les échanges du groupe de travail « connectivité et échanges de données routières » animé par la DGITM, sans valoir engagement de la DGITM à déployer les actions mentionnées.

Ce document est organisé en six parties :

- Cas d'usage prioritaires
- Besoins de connectivité et domaines de pertinence des solutions de connectivité
- Enjeux de déploiement « bord de voie »
- Modalités de sécurisation des échanges de message
- Coexistence des protocoles de communication de courte portée (ITS G5 et 5G V2X)
- Enjeux économiques et pertinence d' « opérateurs de connectivité routière ».

¹ Cf. <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/transport-routier-automatise-connecte> :

Connectivité routière : éléments pour une stratégie nationale, 25 janvier 2024

Connectivité véhicules-infrastructures : « clé d'entrée » à la définition des cas d'usage, 5 avril 2023

Cas d'usage du véhicule connecté : revue et éléments en vue d'une priorisation, 3 février 2023

1. Cas d'usage prioritaires

Les travaux préparatoires à la présente stratégie ont identifié 10 familles de cas d'usage :

Catégories de cas d'usage	Finalités principales
1. Information réglementation routière et état du réseau routier	Planification des trajets Respect de la réglementation.
2. Informations parking et interfaces multimodales (IRVE, P+R..)	Aide à l'intermodalité, à l'électromobilité
3. Informations stationnement PL et aires de livraison	Planification des trajets Réduction des nuisances
4. Alertes événements de sécurité	Sécurité routière
5. Alertes interventions des gestionnaires routiers	
6. Feux connectés (y compris barrières de péage connectées)	Efficacité des transports publics Appui à l'automatisation
7. Alertes aux intersections ou insertions	Sécurité routière (cf. usagers vulnérables) Sécurité des transports publics Appui à l'automatisation
8. Vision étendue et manœuvres coopératives	
9. Intervention à distance pour le transport routier automatisé	Sécurité routière Sécurité publique Appui à l'automatisation
10. Interaction de véhicules automatisés avec les primo-intervenants (forces de l'ordre, véhicules prioritaires, contrôles)	

La consultation des usagers (sondage de septembre 2023), a conduit à identifier les principaux cas d'usage attendus en termes d'information au conducteur :

- événements sur la voie ou à proximité directe (ex : véhicule arrêté,...)
- conditions de circulation (trafic dense, ralentissement)
- indications réglementaires (vitesse maximale autorisée, signalisation)
- conditions météorologiques (brouillard, pluie forte, neige, vent)
- véhicules et personnels en intervention
- zones de faible visibilité (ex : intersections, sommets de côte)
- fermeture des voies ou d'axes sur l'itinéraire
- indications d'itinéraire à suivre

Ces cas d'usage sont également attendus pour l'exploitation des systèmes de transport routiers automatisés (information du centre de supervision).

Le cadre réglementaire européen (règlements sur l'information routière en temps réel, sur les informations de sécurité routière en temps réel, et sur les parkings sécurisés), constitue en soi une enveloppe de cas d'usages prioritaires, qui sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Catégorie de donnée	Données concernées
Infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> - Largeur de route, nombre de voies, pentes, jonctions - Classification de la route (géométrie, usage) - Localisation des postes de péage, aires de service, points de recharge, stations de ravitaillement pour tous les types de carburants, zones de livraison
Réglementation et restrictions.	<ul style="list-style-type: none"> - Conditions d'accès aux tunnels, aux ponts, restrictions de poids/longueur/largeur/hauteur, autres restrictions permanentes, - Limitation de vitesse - Interdiction de dépassement poids lourds - Rues à sens unique, sens de circulation sur les voies réversibles, - Réglementation sur les livraisons de fret - Restrictions/obligations avec validité zonale - Plans de circulation (itinéraires de déviation / délestage / substitution) - Routes à péage et redevances
Etat du réseau	<ul style="list-style-type: none"> - Fermeture de routes, fermetures de voies - Travaux routiers, autres mesures temporaires de gestion de la circulation - Accidents, incidents (dont véhicule ou personnes sur la voie, en particulier véhicule ou agent d'intervention) - Etat dégradé de la chaussée - Conditions météorologiques affectant la surface de la chaussée ou la visibilité
Utilisation en temps réel du réseau	<ul style="list-style-type: none"> - Volume du trafic (débit), vitesse du trafic, localisation et longueur des embouteillages, temps de parcours, temps d'attente aux passages frontaliers - Disponibilité des zones de livraison, des points de recharge pour véhicules électriques, des stations de ravitaillement pour carburants alternatifs
Evénements liés à la sécurité	<ul style="list-style-type: none"> - Route temporairement glissante - Visibilité réduite - Animal sur la route, personne sur la route, obstacle / débris sur la route - Personnel d'intervention sur la route - Zone d'accident non sécurisée, travaux routiers de courte durée, véhicule d'intervention à l'arrêt ou en vitesse lente - Obstruction non gérée d'une route - Conducteur en contresens

Par ailleurs, l'Etat, dans son rôle de gestionnaire ou du concédant du réseau routier national, a fixé comme priorité ***l'information sur la présence d'agents ou véhicules en intervention sur les voies.***

Au-delà des cas d'usage liés prioritaires issus du cadre réglementaire, rappelés ci-dessus, les travaux de priorisation conjugués à ceux présentés ci-dessous sur les exigences fonctionnelles, ont conduit à mieux caractériser les besoins de connectivité, notamment pour l'automatisation, autour de quatre orientations :

- les besoins de connectivité en vue de l'asservissement de manœuvres automatisées entre véhicules (**manœuvres coopératives automatisées**), relèvent de niveaux de fiabilité exigée qui, conjugués au rythme anticipé de diffusion dans le parc des véhicules automatisés et connectés en courte portée, renvoient à des horizons de déploiement lointains² ;
- les besoins de connectivité liés au développement des **véhicules totalement automatisés (sans conducteur à bord) sur parcours prédéfinis**, apparaissent plus tangibles et à court-moyen terme (< 2030) ; ces besoins concernent l'intervention à distance dont les fonctions sont définies dans le cadre réglementaire, ainsi que les interactions avec les forces de l'ordre, de secours et les véhicules prioritaires ; une partie de ces besoins sera probablement d'échelle très locale, liée aux périmètres de déploiement de ces services ;
- les cas d'usage de **transports publics** (indépendamment de leur caractère automatisé), relèvent de trois principaux domaines :
 - o les priorités aux feux de circulation,
 - o la surveillance de l'environnement de circulation des véhicules, pour des alertes, la gestion en temps réel des incidents, ou des levées de doute,
 - o les relations avec les usagers (hors information commerciale et de service), notamment en cas d'incidents, de malaises, de colis suspects ;
- les cas d'usage **d'alerte, essentiellement aux intersections** (exemple : assistance au tourne à gauche, présence d'usagers vulnérables...) basés sur une détection bord de route, en complément des données pouvant être rendues accessibles par l'intermédiaire d'un espace de données et issues par exemples des véhicules eux-mêmes, à des points critiques en raison de l'accumulation d'accidents et/ou de la conjonction locale d' « angles morts » de visibilité et/ou de forts trafics. Ces cas d'usage présentent de forts enjeux de sécurité routière si cette surveillance peut être rendue accessible aux véhicules circulant aux abords (dans une logique d'alerte au conducteur ou de pré-alerte aux systèmes automatisés – sans asservissement des manœuvres).

La suite des travaux devra :

- *préciser les priorités de cas d'usage du point de vue des gestionnaires routiers (notamment réseaux départementaux ou métropolitains/communaux) , dans le cadre des réglementations européennes et nationales sur les données d'information routière en temps réel ;*
- *s'assurer que les priorités de cas d'usage d'information du conducteur identifiées jusqu'à lors, reflètent bien les besoins éventuellement spécifiques à des conducteurs professionnels (transport routier de marchandises ou de voyageurs) ;*
- *préciser les cas d'usage de vision étendue aux intersections ;*
- *préciser les cas d'usage liés à l'automatisation (intervention à distance et interactions avec les primo-intervenants et les véhicules prioritaires), notamment du point de vue des opérateurs.*

² Une modélisation simplifiée de la probabilité que deux véhicules puissent communiquer pour des manœuvres coopératives montre que, dans le scénario de pénétration de la connectivité dans le parc roulant le plus élevé, cette probabilité serait de 7% en 2050 ; elle ne serait que de 1,7% dans le scénario de pénétration le plus bas. Si la communication pour adopter des manœuvres coopératives entre deux véhicules devait passer par l'infrastructure, la probabilité en 2050 serait ramenée à 1,4 % en scénario haut et 0,3 % en scénario bas, sur le réseau le mieux équipé en connectivité bord de voie, i.e. le réseau routier national.

2. Besoins de connectivité et domaines de pertinence des solutions de connectivité.

L'analyse des besoins de connectivité des différents cas d'usage au regard des différentes solutions de connectivité s'articule autour des principales questions suivantes :

- besoins des cas d'usage en terme de latence, débit, couverture géographique, précision géographique, sécurisation (authentification, intégrité, confidentialité et disponibilité)
- offre des différents réseaux et déploiements associés de ces réseaux
- qualité de service et risque d'absence de service liée à une saturation du réseau
- notion de sobriété numérique
- coûts des télécommunications et prise en charge de ces coûts.

Une première évaluation des besoins fonctionnels³ des cas d'usage conduit à dire que, si l'on exclut les cas d'usage d'asservissement de manœuvres automatisées coopératives (hors de portée à moyen terme en raison d'exigence de qualité trop forte et du rythme anticipé de diffusion des véhicules dans le parc), l'ensemble des autres cas d'usage se satisfait de la connectivité cellulaire. Les couvertures 3G et 4G semblent suffisantes pour une information de type « prise de conscience » d'événements, qui est peu exigeante en débit (de l'ordre de quelques kbps) et en latence (quelques secondes).

Dans les perspectives, on peut noter :

- que le déploiement de la 5G permettra, selon les licences engageant les opérateurs, dès le 31/12/2025 à atteindre des débits de 100 Mbits/s et des latences inférieure à 10 ms sur les axes de type autoroutier correspondant à 16 642 km de routes, et des débits de 100 Mbits/s sur les axes de type liaison principale correspondant à 54 913 km de routes, au 31/12/2027.
- que les expérimentations menées dans le cadre du projet 5G Openroad montrent que les latences effectives en longue portée sont de l'ordre de quelques dizaines de millisecondes en cellulaire 5G ce qui permet de prendre en charge les cas d'usage d'alerte où les latences sont les plus contraintes (de l'ordre de la seconde ou quelques centaines de millisecondes).

La question des « zones blanches » de couverture cellulaire demeure néanmoins. Ces zones ne permettent pas la diffusion ou la remontée d'information depuis les véhicules. Le réseau prioritaire (autoroutes et routes reliant les préfectures et sous-préfectures) fait l'objet d'obligations de couverture pour les opérateurs. Il subsiste cependant une part du réseau routier secondaire qui n'est pas couverte par le cellulaire. Les liaisons satellitaires peuvent potentiellement répondre à ce besoin. En effet, la prochaine version (release 17 du 3GPP - mise en œuvre en 2027) devrait permettre d'atteindre en liaison satellitaire des débits de l'ordre de 400 kbps ; la réalisation de constellations de satellites en orbite moyenne et basse permettra d'atteindre des latences de l'ordre de 100 ms. Ces performances permettraient la plupart des cas d'usage d'information du conducteur. Par ailleurs les releases suivantes du 3GPP devraient permettre à termes (2030) des débits allant jusqu'à 100 Mbits/s.

³ Les évaluations détaillées des besoins fonctionnels de connectivité par cas d'usage ont conduit à retenir six types de critères : latence ; débit ; couverture géographique ; précision géographique ; authentification des messages ; disponibilité et intégrité des messages ; l'évaluation de synthèse a été conduite à partir des trois premiers critères (latence, débit, couverture).

Pour autant, le déploiement d'une connectivité (de courte portée), complémentaire à la longue portée peut se justifier par différentes considérations, qui sont développées pour la plupart ci-dessous (étant noté que la latence ne peut plus justifier à elle seule le déploiement de connectivité courte portée lorsque la 5G est déployée).

Un certain nombre de cas d'usage peut nécessiter, au-delà des critères de latence et de débit principalement invoqués précédemment, une disponibilité minimale de la connectivité. Pour ces cas d'usage, les risques de saturation du réseau cellulaire (par exemple lors de manifestations ou événements particuliers) doivent être pris en compte et la pertinence de la courte portée doit être réexaminée, en comparant, sur la base des débits nécessaires, les solutions envisageables : connectivité courte portée, ou « slice » 5G permettant de garantir un niveau de service. Ces solutions doivent être examinées en termes de coûts, de prise en charge de ces coûts par les acteurs et de sobriété numérique / consommation énergétique pour des usages qui sont essentiellement locaux.

En première approche, il semble que les cas d'usage de feux connectés (priorité aux feux pour transport public, et lecture de feux pour véhicule automatisé) qui sont soit déployés, soit d'un degré de maturité élevé, fassent partie des cas d'usage devant rester disponibles, y compris en cas de saturation du réseau cellulaire. L'usage de la connectivité de courte portée pour la priorité aux feux des transports publics fait par ailleurs partie des pratiques déployées.

Les cas d'usage nécessaires aux transports publics automatisés (intervention à distance, interactions fortes de l'ordre/véhicules prioritaires voire perception augmentée) semblent aussi recourir à une connectivité devant rester disponible, y compris en cas de saturation du réseau cellulaire.

Les besoins de transmission liée à la détection de bord de voie (surveillance et alerte) peuvent relever de besoins variables, ceci dépendant du choix de localiser l'intelligence (transformant l'observation d'une scène en messages d'alerte) en bord de voie, dans le cloud ou dans les véhicules eux-mêmes.

Enfin, les cas d'usage d'automatisation auront des exigences spécifiques en matière de fiabilité liées à l'atteinte du niveau de sécurité ASIL D pour les cas d'usage critiques. La question de l'atteinte de la performance de fiabilité est ouverte ; une possibilité est qu'une performance élevée de fiabilité soit exigée des réseaux de connectivité, pouvant aboutir à une redondance de ceux-ci où la connectivité courte portée pourrait jouer un rôle ; cependant d'autres approches permettant d'éviter des exigences de communication trop fortes sur les réseaux de communication, et basées sur la gestion de la sécurisation au niveau applicatif, sont également en développement. Ces questions sont abordées par différents projets dont 5G Openroad.

La suite des travaux relatifs à la pertinence de la connectivité cellulaire pourrait ainsi :

- *identifier les coûts des communications cellulaires (en fonction des consommations de données de véhicules (selon différents profils), des formes de tarification des opérateurs télécom et comparer ces coûts à ceux du déploiement de connectivité courte portée ;*
- *identifier les enjeux liés à la connectivité des « zones blanches » ainsi que des zones présentant des risques de saturation du réseau cellulaire ;*
- *évaluer la pertinence des liaisons satellitaires à des fins d'information du conducteur, voire d'information du PCC dans le cadre d'un transport public automatisé à échéance 15-20 ans ;*
- *approfondir l'évaluation de l'empreinte environnementale des différentes solutions ;*
- *approfondir les besoins de couverture complémentaire « bord de voie » (cf. ci-après).*

3. Enjeux et scénarios de déploiement de la connectivité courte portée « bord de voie »

Les travaux précédents ont mis en évidence le besoin d’approfondir les besoins de connectivité « bord de voie » pour certains cas d’usages spécifiques, exigeants notamment en termes de disponibilité de la connectivité. A ce titre, il convient de mettre en avant en priorité lieu l’importance des enjeux de sécurité, tout particulièrement aux intersections, qui concernent notamment les usagers vulnérables, et plus particulièrement le milieu urbain ou péri-urbain.

Par ailleurs, les transports publics peuvent constituer une première étape de déploiement pour la mise en œuvre de cas d’usage liés aux franchissement des intersections (ces véhicules sont directement concernés par les problématiques de sécurité aux carrefours, notamment avec les usagers vulnérables ; les véhicules de transport public font appel de longue date à la connectivité courte portée pour la priorité aux feux), l’équipement de ces véhicules et de ces feux constitue une simple évolution des pratiques ; les travaux de développement de la connectivité notamment pour les alertes (ainsi que l’information sur les phases de feux) peuvent par ailleurs profiter aux autres véhicules, par la diffusion de ces alertes, et préparer l’automatisation du transport public, par l’équipement des lignes ou zones appelées à accueillir des services de transport routier automatisé. Ce volet de développement de la connectivité semble ainsi pouvoir améliorer de façon sensible la sécurité des intersections en milieu urbain pour l’ensemble des véhicules et la sécurité des transports publics tout en préparant leur automatisation et en s’effectuant dans un environnement facilitant l’installation des équipements. (Une approche similaire peut être envisagé sur les réseaux périurbains, qui comportent des voies réservées aux transport en commun qui pourraient faire l’objet dans la même logique d’équipements de détection et de connectivité courte portée).

D’autres options de déploiement peuvent correspondre à l’équipement pour la détection des points singuliers du réseau routier national (tunnels, péages, passages à niveau...) ainsi que des zones particulièrement accidentogènes.

Les scénarios à élaborer pourraient ainsi correspondre aux logiques suivantes :

Scénario et logique sous-jacente	Enjeux de différenciation territoriale
Equipement des clusters accidentogènes	Intersection complexe (en majorité en milieu urbain)
	Intersection simple (en majorité en milieu péri-urbain - rural)
Equipement des intersections sur itinéraire BHNS	Voie en site propre en milieu urbain
	Voie en site propre en milieu péri-urbain
Equipement des intersections sur itinéraire ligne bus	Parcours en milieu urbain
	Parcours en milieu péri-urbain
Equipements des voies réservées TC	Voie réservée sur réseau structurant d’agglomération
Equipement des points singuliers du réseau routier national (RRN)	Réseau type voie structurante d’agglomération
	Réseau type liaison interurbaine
Equipements de zones de desserte en transports publics automatisés	Ampleur de la desserte et caractéristiques des zones desservies
Equipements des tunnels	Dimensions du tunnel

Ainsi la suite des travaux devra définir, quantifier, et évaluer financièrement (investissements, maintenance et fonctionnement), différents scénarios, correspondant aux logiques ci-dessus⁴.

⁴ NB : la quantification et la monétarisation devra traiter des enjeux de « double-compte » (ex : intersections sur des parcours de transports publics automatisés ; tunnels comme point singuliers du RRN)

4. Enjeux de sécurisation des échanges de messages

Les besoins de sécurisation des messages peuvent se décomposer en plusieurs critères : l'authentification des acteurs (expéditeurs de message en particulier), l'intégrité des messages, la confidentialité et la disponibilité (garantie d'avoir accès à la donnée). Les architectures de confiance à base de gestion de clés traitent de l'authentification et de l'intégrité des messages échangés. La directive ITS révisée prévoit que des spécifications régissent l'établissement du système de l'UE pour la gestion des authentifiants de sécurité des STI coopératifs (STI-C) et définissent les missions de : a) l'autorité chargée de la politique de certification des STI-C ; b) le gestionnaire de la liste de confiance STI-C ; c) le point de contact STI-C.

Un premier enjeu porte sur le périmètre des STI-C : faut-il considérer qu'un service STI-C est nécessairement un service sécurisé par le système de l'UE pour la gestion des authentifiants de sécurité des STI-C ? ou qu'un service STI-C peut correspondre à d'autres procédés de sécurisation (par exemple données authentifiées par les moyens propres de l'acteur les mettant à disposition, diffusion des données dans les véhicules par des procédés de sécurisation propres au constructeur). La directive ITS révisée ne prévoit pas d'obligation de déploiement de services STI-C ; l'élaboration de spécifications est proposée par la Commission pour fournir un cadre au déploiement de ces services. Par ailleurs, se pose la question de l'articulation entre cette architecture de sécurisation mise en place au niveau européen, complétée par une autorité racine française, et des procédés de sécurisation mis en place par les acteurs eux-mêmes (constructeurs, fournisseurs de services).

Pour la réception de messages en longue portée par les véhicules, qui semble répondre à la quasi-totalité des cas d'usage d'informations du conducteur, la sécurisation des messages peut a priori être faite par les moyens propres d'un acteur (ex : constructeur automobile via sa propre architecture à gestion de clés) mais ceci suppose que tous les messages envoyés au véhicule transitent par les serveurs du constructeur. Une alternative est que les véhicules puissent reconnaître et accepter les messages provenant des gestionnaires routiers (transmis par le nœud national) et authentifiés par une architecture à clés publique nationale, s'inscrivant dans l'architecture européenne. Ceci permettrait notamment aux gestionnaires routiers de s'assurer que les informations émises sont reçues sans altérations par les véhicules.

L'envoi de messages en longue portée par les véhicules pourrait être soumise à une authentification par les architectures à clés mises en œuvre par les constructeurs. L'usage d'une autorité racine extérieure au constructeur semble en effet plus difficile. La reconnaissance par le système de l'UE pour la gestion des authentifiants de sécurité des STI-C des architectures à clé mises en œuvre par les constructeurs permettrait de disposer d'un cadre commun de confiance dans les données générées par les véhicules.

Ainsi la suite des travaux devra :

- *identifier les cas d'usage pour lesquels la transmission d'information directe est souhaitée, et examiner avec les constructeurs la faisabilité de la reconnaissance directe par les véhicules des messages des gestionnaires authentifiés ;*
- *examiner la pertinence et la possibilité de reconnaissance des architectures à clés des constructeurs par le système de l'UE pour la gestion des authentifiants de sécurité des STI-C ;*
- *identifier les besoins complémentaires de sécurisation de certains cas d'usage, au-delà des architectures de gestion de clés traitant de l'authentification et de l'intégrité des messages ; pour ce faire, les travaux de 5G openroad sur les apports de la 5G pourront être utilisés.*

5. Coexistence IT5 G5 - 5G V2X

La décision de la Commission EU 2020/1426 sur l'usage de la bande 5875-5935 MHz pour les applications de sécurité des systèmes de transport intelligents :

- demande aux Etats membres, d'affecter la bande 5875-5935 MHz pour les systèmes de transport intelligents, et de limiter aux usages du rail urbain la bande 5925-5935 MHz ;
- indique que les applications routières doivent avoir la priorité en dessous de 5915 MHz, le rail urbain ayant la priorité au-dessus de 5915 MHz ;
- précise que l'accès par les ITS routiers à la bande 5915-5925 MHz doit être limité aux applications I2V (infrastructure vers les véhicules), coordonnées avec les applications ITS de rail urbain.

Pour assurer le besoin de connectivité de courte portée (entre l'infrastructure et les véhicules ou entre les véhicules) des cas d'usage nécessitant une faible latence de transmission de l'information, deux familles de technologies sont mobilisables :

- l'une fondée sur les normes de type wifi IEEE 802.11 (ITS-G5 802.11p et son successeur 802.11bd qui sera rétrocompatible avec la 11p) ;
- l'autre fondée sur les technologies dites C-V2X, issues des réseaux cellulaires, dont il existe plusieurs versions selon les différentes « releases » du 3GPP.

Ces deux familles offrent les latences attendues (de l'ordre de la centaine de millisecondes). L'ITS-G5 est la technologie considérée comme la plus mature et est actuellement déployée dans le cadre des projets pilotes C-ITS pour des cas d'usage d'information du conducteur. Le 5G-V2X existe sous différentes « release » du 3GPP et la maturité dépend de ces releases. La grande majorité des constructeurs automobiles se sont prononcés en faveur du 5G-V2X.

Le consensus actuel est que ces deux technologies ne peuvent pas coexister sur une même bande de fréquences. En effet le rapport ETSI⁵ indique qu'une priorité équivalente pour les deux technologies sur un même canal pourrait conduire à une dégradation de la performance ; ainsi une option peut être d'affecter au moins un canal prioritaire à chacune des technologies pour éviter le risque d'interférences mutuelles.

Le souhait des acteurs, quelle que soit la technologie considérée, est d'avoir la possibilité d'utiliser une canalisation à 20 MHz (au lieu de 10 MHz actuellement). Cette demande est particulièrement forte pour les acteurs de la 5G, la performance de la technologie étant liée à la mise en œuvre de canaux de 20 MHz. Les évaluations conduites sur le besoin de débit montrent qu'une allocation de 10 MHz (cas d'usage hors automatisation) ou de 20 MHz (cas d'usage liés à l'automatisation) pour chacune des deux technologies permettrait d'absorber la grande majorité des besoins en cas d'usage (en particulier ceux, à long terme, sur l'automatisation plus exigeants en bande passante).

Compte-tenu de la demande des acteurs de permettre les développements et les investissements, des estimations de besoins et des choix opérés en Amérique du nord⁶ et en Asie, il est proposé de porter dans les discussions européennes deux scénarios à approfondir⁷.

⁵ https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/103600_103699/103667/01.01.01_60/tr_103667v010101p.pdf

⁶ En 2020 la FCC (Federal Communications commission) a réservé 20 MHz sur les 30 MHz disponible pour les ITS routiers au C-V2X, à la place du DSRC, et l'usage des 30 MHz par le C-V2X est autorisé depuis avril 2024. La NHTSA a retiré en novembre 2023 sa proposition précédente visant à rendre obligatoire l'équipement en DSRC dans tous les nouveaux véhicules légers, car le DSRC (équivalent de l'ITS-G5 aux Etats Unis) ne sera plus autorisé dans la bande 5,9 GHz après une période de transition à déterminer. www.federalregister.gov/documents/2023/11/20/2023-25519/federal-motor-vehicle-safety-standards-v2v-communications

⁷ Le scénario 1 apparaît le mieux aligné avec les options prises aux Etats-Unis, en Chine et par les constructeurs

Les deux scénarios à approfondir consistent à allouer, au sein de la bande des 40 MHz :

- *Scénario 1 : 20 MHz pour le 5G-V2X et 10 MHz pour l'IEEE 802.11 ; 10 MHz gardés libres.*
- *Scénario 2 : 20 MHz pour le 5G-V2X et 20 MHz pour l'IEEE 802.11*

6. Enjeux des « opérateurs de connectivité routière »

Au vu des considérations précédentes, la question d' « opérateurs de connectivité routière » (complémentaires à la connectivité cellulaire) émerge, au vu notamment de besoins suivants :

- dans les centres urbains où les cas d'usage de priorité aux feux des transports publics, réalisés en courte portée, pourraient être complétés par des cas d'usage d'alertes basés sur des équipements de détection, diffusés en courte portée aux véhicules de transport en commun et pouvant évoluer vers des cas d'usage d'action véhicule (freinage d'urgence...) lorsque les conditions de démonstration de fiabilité (ASIL D) seront réunies ; ces cas d'usage d'alerte pouvant être également diffusés aux véhicules.
- sur les réseaux interurbains et urbains, où le déploiement de connectivité courte portée peut être une option pour l'information conducteur, cette question étant en lien avec celle des coûts supportés par les constructeurs dans le cas de communication cellulaire ;
- sur les sites de déploiement de services de transport routiers automatisés qui s'appuieront sur des services de connectivité particuliers ayant recours à des réseaux 5G avec qualité de service minimale (slice 5G) et /ou connectivité courte portée. Ces services pourraient avoir recours à des réseaux publics ou privés en fonction des coûts comparés d'un slice 5G et d'un réseau privé.

Les missions potentielles d'« opérateurs de connectivité routière » pourraient ainsi recouvrir :

- le déploiement des infrastructures et leur maintenance (capteurs, unités de bord de route, serveurs, relais C V2X, relais 5G)
- la collecte des données via les opérateurs de télécom ou en direct via la courte portée
- le stockage des informations
- la redistribution des informations gratuites ou vendues
- la sécurité des traitements
- la gestion de la vie privée et des droits
- la qualité de service (pertinence et validité des données, degré de confiance, temps réel...)

Ces missions potentielles recouvrent à la fois des prestations de connectivité et de traitement de données pour produire les informations utiles au véhicule à partir des données collectées. En termes de fréquences, elles renvoient à des questions sur l'allocation de la bande de fréquence et le régime d'autorisation. Ces missions potentielles sont à examiner au regard du cadre réglementaire (régulation sectorielle et droit de la concurrence) dans lequel s'inscrirait l'activité d'un tel « opérateur de connectivité routière ».

La suite des travaux devra (pour les familles de cas d'usage d'alertes basés sur des équipements de détection bord de route, de priorité aux feux des transports publics, et de transport routier automatisé sans conducteur à bord), préciser les missions pertinentes pour un « opérateur de connectivité routière » et ses conditions d'opération sur le plan juridique (responsabilité en particulier dans le cas d'intervention pour des cas d'usage critiques sur le plan de la sécurité, concurrence, compétences des collectivités locales, accès à la bande de fréquence) et économique (rémunération des activités de l'opérateur).