



**HAL**  
open science

## Les infrastructures de communications

Jean-Marie Bonnin, Christophe Couturier

► **To cite this version:**

Jean-Marie Bonnin, Christophe Couturier. Les infrastructures de communications. TEC Mobilité Intelligente, 2020, pp.1-2. hal-03359405

**HAL Id: hal-03359405**

**<https://hal.inria.fr/hal-03359405>**

Submitted on 30 Sep 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

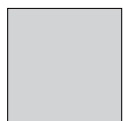
## FOCUS SUR

# LES INFRASTRUCTURES DE COMMUNICATIONS

Les Systèmes de Transport Intelligents coopératifs (C-ITS) reposent sur des communications sans fil. Quelles infrastructures de communication pour les ITS coopératifs? Et au-delà de la technologie, quels modèles d'affaires permettront de déployer et d'opérer les infrastructures de communication nécessaires ?



**JEAN-MARIE BONNIN**  
Professeur, IMT Atlantique



**CHRISTOPHE COUTURIER**  
Chargé d'enseignement et de recherches, IMT Atlantique.

L'évolution des mobilités transforme l'ensemble de l'écosystème. Les constructeurs automobiles historiques se placent en fournisseurs de mobilité alors que de nouveaux constructeurs émergent du secteur des nouvelles technologies en important des méthodes de travail et leur gestion du cycle de vie des produits. Dans le cadre des Systèmes de Transport Intelligents coopératifs (C-ITS), les véhicules dialogueront entre eux, avec l'infrastructure routière, avec des objets ou des piétons présents dans leur environnement immédiat et bien sûr avec des services centralisés qu'ils soient dans les nuages (cloud) ou dans le brouillard (fog). Ces services coopératifs reposeront évidemment sur des communications sans fil. La troisième partie de ce dossier présente différentes solutions techniques pour déployer une infrastructure de communication dédiée aux transports; qu'il s'agisse d'infrastructures dédiées à un usage particulier (TETRA, GSM-R...) et pouvant de fait offrir certaines garanties ou d'infrastructures non dédiées comme les réseaux cellulaires. L'objectif de cet article est d'ouvrir le débat plutôt que de trancher tel ou tel choix technologique et notamment le choix entre ITS-G5 et la 5G véhiculaire. Car ce qui importe réellement est de savoir quel sera ou quels seront les modèles d'affaires qui permettront de déployer et d'opérer les infrastructures de communication nécessaires pour les services requérant une disponibilité sans faille et des délais très courts. Il est évident que la régulation de l'usage des fréquences radio dédiées aux ITS joue un rôle important pour éviter la cohabitation toujours complexe de plusieurs technologies incompatibles sur la même ressource radio (canal). Il est déjà bien as-

sez compliqué d'organiser le partage efficace entre entités utilisant une même technologie. Cela dit, il est prudent de concevoir dès à présent des mécanismes qui permettront d'utiliser différentes technologies pour offrir les mêmes services ou des services complémentaires, ne serait-ce que pour assurer la transition d'une génération à une autre. En effet, les technologies de communications et les applications/services évoluent beaucoup plus rapidement que les infrastructures routières et les véhicules devront probablement faire évoluer leurs moyens de communication au cours de leur vie.

### DIFFÉRENTS TYPES DE COMMUNICATION

Pour les ITS coopératifs, les besoins de communications peuvent être répartis en trois familles. Les « communications de type Internet » fournissent de la connectivité vers l'Internet pour les voyageurs (divertissement, bureautique) ou les machines (conditions de trafic, télémaintenance). Le développement de ces applications est facilité par l'universalité des standards de l'Internet. Pour ce type de communications il est facile d'utiliser des réseaux non-dédiés (réseaux cellulaires, Wifi), c'est-à-dire, déjà déployés pour d'autres usages et dont les coûts de déploiement ne seront pas supportés par les acteurs des ITS. Par contre, ces réseaux reposent sur des modèles d'affaires qui leur sont propres et leur utilisation se fait à titre onéreux. Cela suppose une authentification et une association en préalable de toute communication ce qui est mal adapté aux besoins de certains services C-ITS. Par ailleurs, si nous sommes habitués à des liaisons de qualité variable et parfois inutilisables, ces services exigeront plus de garanties.

Les technologies de l'Internet des Objets (IoT) utilisent des liaisons à relativement longue portée (plusieurs km), pour de faibles volumes de données (petite taille, faible périodicité) et sur lesquelles pèsent parfois de fortes contraintes d'énergie. Les différentes technologies disponibles, se positionnent sur des compromis spécifiques notamment sur les critères de portée, de débit et de consommation d'énergie. Les applications les plus gourmandes utiliseront plutôt les standards du 3GPP (LTE-M, NB-IoT), tandis que d'autres, plus contraintes, préféreront les technologies LPWAN (LoRa, Sigfox). Là encore, les communications reposent sur des infrastructures offrant la connectivité soit à une grande échelle (pays, continent) soit à l'échelle plus restreinte d'une ville ou d'un campus. Les réseaux peuvent être privés et dédiés à un usage particulier ou offrir un accès générique pour un grand nombre d'usages. Dans le domaine des C-ITS ce type de réseau peut être utilisé pour gérer une flotte d'objets mobiles disposant de faibles ressources énergétiques, comme des vélos à l'échelle d'une agglomération ou des remorques à l'échelle d'un continent. Une autre partie des services C-ITS s'appuie sur des communications plus opportunistes ne nécessitant pas d'infrastructure. Nous parlons alors de **communication V2X** (Vehicle to Everything) pour des communications entre véhicules ou entre véhicules et des équipements présents dans leur environnement (infrastructure routière, smartphone). Ici, on ne vise pas une couverture continue et fiable, mais plutôt des communications directes avec les dispositifs présents dans l'environnement immédiat, c'est-à-dire dans la zone de couverture radio. Dans un premier temps ces communications se bornent à la diffusion de messages périodiques, parfois déclenchés

par des événements et ayant une sémantique autoporteuse. Si l'infrastructure dédiée n'est pas indispensable pour les communications entre les véhicules (elle reste utile pour optimiser l'usage des ressources radio dans le cas de la 5G), elle permet toutefois d'offrir des services de sécurité complémentaires, même si le taux d'équipement des véhicules est faible. Elle peut également fournir d'autres informations (phase des feux, limites de vitesse...), mais aussi des services beaucoup plus complexes (perception coopérative, organisation d'un carrefour...) qui permettront l'autonomisation partielle ou totale des véhicules, mais qui requièrent des garanties de performances beaucoup plus contraignantes.

### QUELLES INFRASTRUCTURES ?

Pour les deux premiers types de communications, les services C-ITS pourront profiter des infrastructures non dédiées déjà présentes pour peu qu'ils soient capables de fonctionner au-dessus de différentes technologies de communication. Ainsi l'architecture de communication des véhicules et de l'infrastructure devra permettre aux applications d'utiliser automatiquement et de façon transparente les réseaux de communication présents dans leur environnement de déploiement. C'est un des objectifs de l'architecture ITS-Station conçue à l'ISO au sein du TC 204 (ITS). En l'utilisant, un même véhicule pourra fonctionner sur plusieurs marchés et dans des aires urbaines ayant des mix technologiques différents. Les infrastructures de communication dédiées aux C-ITS et opérant dans la bande de fréquence réservée aux ITS (5,9 GHz) offriront des services liés à la sécurité routière et à l'efficacité des transports. Elles pourraient être gérées par des opérateurs télécoms dont c'est

le cœur de métier, par les opérateurs routiers qui possèdent les emprises et opèrent les routes ou par la puissance publique organisatrice des mobilités, (directement ou par délégation). Le déploiement et l'opération de ces infrastructures pourraient être confiés à des acteurs différents en fonction des lieux de déploiement et des services annexes qui influencent le modèle de rentabilité. Malgré tout, il sera difficile de mutualiser les coûts de déploiement et d'opération avec d'autres usages comme c'est le cas pour les infrastructures non dédiées. D'autant que les coûts seront majorés du fait de contraintes de disponibilité et de performance élevées pour des usages liés à la sécurité.

### STATUER SUR LA TECHNOLOGIE

Tout un écosystème de services peut se développer en s'appuyant sur des communications V2X pour peu que des infrastructures soient déployées sur les grands axes et dans aires urbaines denses. En effet, déployer des services réellement utilisables en s'appuyant sur les seuls véhicules suppose un taux de pénétration très important qui ne pourra être atteint que si les premiers véhicules équipés permettent à leurs utilisateurs de profiter de nouveaux services. Il est aussi urgent de statuer sur la technologie (ITS-G5 ou 5G) qui sera utilisée au moins pour ce qui concerne le canal de contrôle de la bande de fréquence ITS. Le Conseil des ministres Européens a en effet choisi au cours de l'été 2019 de ne pas suivre la décision du Parlement européen de sélectionner l'ITS-G5 pour les communications V2X, ce qui laisse le marché dans l'incertitude. Cela est d'autant plus critique que des déploiements ont commencé dans l'infrastructure routière (projet SCOP@F) et que des constructeurs équipent certains véhicules en série. ■