



HAL
open science

Nouveaux métiers, nouveaux enjeux : Quelles compétences pour les ITS coopératifs ?

Jean-Marie Bonnin

► **To cite this version:**

Jean-Marie Bonnin. Nouveaux métiers, nouveaux enjeux : Quelles compétences pour les ITS coopératifs ?. *Transport environnement circulation*, 2021, 249, pp.34-35. hal-03359439

HAL Id: hal-03359439

<https://hal.inria.fr/hal-03359439>

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.

QUELLES COMPÉTENCES POUR LES ITS COOPÉRATIFS ?

Les ITS coopératifs supposent la coopération des véhicules et d'objets présents dans l'infrastructure pour optimiser le transport des personnes et des biens et tirer avantage des nouvelles technologies de l'information et des communications. Des compétences particulières seront nécessaires pour concevoir, organiser et faire évoluer un tel écosystème.



JEAN-MARIE BONNIN
Professeur à IMT Atlantique, responsable de l'équipe Inria EASE à l'IRISA avec Christophe Couturier, enseignant chercheur à IMT Atlantique.

L'environnement des systèmes de transports intelligents évolue rapidement et de nombreux systèmes se trouvent interconnectés alors qu'ils étaient relativement indépendants les uns des autres. Appréhender cette complexité, comprendre les limites induites par les solutions techniques et les modèles d'interconnexion des systèmes sont des compétences nécessaires pour celles et ceux qui auront à intervenir dans le monde de la mobilité. Le temps des systèmes fonctionnant en autonomie, bien circonscrits, gérés et pilotés par un seul acteur est révolu. Si on prend l'exemple d'un carrefour avec des feux tricolores, le contrôleur de feux était parfois pilotable à distance mais la communication se limitait à la modification de la programmation des phases des feux avec des règles très rigides. Des boutons-poussoirs étaient disponibles pour les piétons et parfois des véhicules prioritaires pouvaient déclencher un passage au vert. Aujourd'hui, ils interagissent avec des caméras et d'autres capteurs pour détecter la présence des véhicules, de piétons ou de cyclistes et optimiser la gestion des phases pour ces usagers. La possibilité d'adaptation reste relativement limitée par manque de collaboration avec les autres carrefours pour optimiser plus globalement le trafic. Demain, ils devront prendre en compte beaucoup d'autres paramètres et communiquer directement avec les véhicules pour optimiser la circulation et avec d'autres équipements, comme

les smartphones, pour prendre en compte les usagers prioritaires ou vulnérables. Mais ils utiliseront aussi les informations obtenues d'autres éléments de l'infrastructure qui donneront des indications sur les usagers ne disposant pas d'équipements actifs.

DES ÉCOSYSTÈMES EN INTERACTION

Les caméras aujourd'hui déployées dans les intersections sont en quelque sorte à usage unique : elles font de la surveillance du trafic, permettent de verbaliser les contrevenants, ou analysent le trafic piéton. Dans le futur, un seul capteur servira à plusieurs systèmes et différents équipements pourront collaborer pour produire des informations de meilleure qualité. Une de celles utilisées pour le pilotage des intersections proviendra d'équipements déployés pour d'autres besoins et par d'autres acteurs, comme des radars détectant la présence de piétons pour la gestion de l'éclairage public ou des bornes de comptage des cyclistes. Cette mutualisation évite de dupliquer inutilement les capteurs et permet de réduire les coûts et les délais de mise en œuvre d'un nouveau service. Mais ce n'est pas sans contraintes : il est ainsi nécessaire de s'assurer que les informations fournies ont le bon niveau de précision et qu'elles sont délivrées avec une latence et une fraîcheur compatible avec la réalisation du service.

Cette nouvelle vision suppose des interactions complexes entre les systèmes et entre les acteurs. Il faudra penser et faire évoluer les interfaces entre les sous-systèmes en s'appuyant le plus possible sur les standards qui ne cessent d'évoluer. Si cette évolution apporte une plus grande complexité pour la qualification des services et leur maintenance, elle permet une plus grande agilité pour innover et mettre en place de nouveaux services car il n'est plus systématiquement indispensable de déployer de nouvelles infrastructures.



Que ce soit en formation continue ou en formation initiale les écoles d'ingénieur(e)s de l'IMT (Institut Mines Télécom) proposent

bien sûr des formations spécialisées sur les différentes technologies mises en œuvre dans les ITS coopératifs, d'autres parcours

permettent d'acquérir une vision d'ensemble de l'écosystème des nouvelles mobilités nécessaire au pilotage de projets dans ce domaine.



DES CAPACITÉS DE COMMUNICATION SOUS TENSION

Outre les compétences nécessaires pour comprendre les contraintes de déploiement d'unités de bord de route et de capteurs liées aux différentes applications, il sera également indispensable de prendre en compte les contraintes de communication et les règles régissant la production et la gestion des données. Les technologies de communications utilisées dans le domaine des ITS coopératifs sont très diverses. Elles peuvent être dédiées à un usage particulier (péage, recharge électrique), s'appuyer sur des standards internationaux (ITS-G5), nationaux, ou être des normes de faits plus ou moins homogènes à l'échelle du pays (contrôle des priorités aux feux). Les ITS peuvent aussi utiliser des réseaux partagés avec d'autres usages comme les réseaux cellulaires publics ou les réseaux IoT longue portée (LoRa, SigFox). Enfin des technologies non spécifiquement conçues pour les ITS peuvent être déployées sous la forme de réseaux privés (4/5G, LoRA).

Ces diverses technologies présentent des caractéristiques différentes (débit, latence, couverture, fiabilité...). Comprendre leurs limites et les stratégies de déploiement associées est indispensable pour avoir une vue d'ensemble et anticiper les modes dégradés.

La bande de fréquences réservée pour les ITS autour de 5,9 GHz semble déjà sous dimensionnée et fait l'objet de batailles de standards entre les industriels. Quel que soit *in fine* le choix des pouvoirs publics, il est certain qu'il y aura des évolutions dans le temps et que plusieurs technologies devront cohabiter. Les scénarios ITS coopératifs complexes devront permettre l'hybridation des techno-

logies de communication et les architectures masquer cette complexité aux développeurs d'applications. Il sera aussi indispensable de prévoir l'évolution de ce "mix technologique" dans le temps car le cycle de vie des technologies de communication sera beaucoup plus court que celui des équipements d'infrastructures voire de ceux des différents types de véhicules. Pour cela les standards en cours de définition à l'ISO et au CEN s'attachent à limiter la dépendance des applications aux technologies de communication, les différents messages standardisés pouvant être échangés sur diverses technologies de communication.

UN ENVIRONNEMENT TECHNOLOGIQUE ÉVOLUTIF

Les différents donneurs d'ordre auront un rôle important à jouer dans la constitution d'un environnement technologique (communications, données, cybersécurité...) suffisamment ouvert et évolutif. Là aussi différents choix sont possibles : déléguer l'administration d'une sous-partie du système, imposer le respect de standards plus ouverts, favoriser une technologie de communication plutôt qu'une autre, demander aux fournisseurs l'ouverture d'interfaces ou la disponibilité et la diffusion de certaines informations dans l'environnement. Il convient donc d'appréhender les systèmes dans leur complexité et de suivre l'évolution des standards et d'anticiper leur adoption.

LA (CYBER) SÉCURITÉ N'EST PAS UNE OPTION

La cybersécurité des différents composants (y compris le matériel roulant) devient

d'autant plus cruciale que les systèmes deviennent autonomes. Il est inacceptable de laisser des pirates mettre en danger des personnes ou simplement rendre un système de transport indisponible. De manière parfois contradictoire, les enjeux de sécurité nécessitent d'authentifier les émetteurs (véhicules comme infrastructures) mais aussi d'assurer l'anonymat pour protéger la vie privée des utilisateurs. La sécurité des échanges et donc la confiance que l'on peut accorder aux informations reçues de tiers devra tenir compte de ces limites.

Même sans contrôler les équipements éparpillés dans l'environnement, le simple fait d'infester des centres névralgiques à l'aide de "ransomwares" peut perturber durablement l'ensemble de la circulation d'une métropole. Il devient nécessaire d'analyser finement l'interdépendance des différents sous-systèmes afin de maîtriser les risques pour les services critiques.

Enfin, la coopération s'appuyant par définition sur des échanges d'informations, il devient impératif de protéger efficacement les données à caractère privé nécessaires à la réalisation du service. À l'heure où des fuites massives de données sont révélées quotidiennement et où une partie des citoyens interrogent la pertinence des nouvelles technologies, il est très important de construire une confiance durable.

DES DÉCISIONS IMPORTANTES

Le monde des ITS coopératifs se construira avec les nouvelles technologies et des solutions techniques de plus en plus abouties, mais il aura également besoin de compétences pour construire, maintenir et faire évoluer des systèmes de plus en plus complexes. Il sera nécessaire de comprendre les standards et d'anticiper leurs évolutions, de comprendre les enjeux des fournisseurs d'équipements et de services, mais aussi de percevoir les limites des différentes technologies. Des appels d'offres favorisant l'interopérabilité (standards, évolutivité, interfaces ouvertes...) permettront la mutualisation de briques élémentaires (connectivité, partage d'informations...) afin de constituer progressivement un environnement technologique ouvert et évolutif propice à l'innovation. Il permettra de réduire le coût d'entrée de nouveaux acteurs qui seront à même de construire des applications et services adaptés au territoire. Cela suppose d'internaliser et de pérenniser les compétences nécessaires à la planification, au pilotage et à la maintenance de cet environnement. ■