

**JTD RST 2020**

**Journées Transports & Déplacements  
du Réseau Scientifique et Technique**

Les 15 et 16 septembre 2020

# Programme des journées



## Table des matières

Atelier 1 – Véhicule autonome et connecté.....	3
Atelier 2 – Intermodalité, transports, urbanisme .....	6
Atelier 3 – Enjeux sociaux de la mobilité.....	9
Atelier 5 – Vélo et engins de déplacements personnels .....	11
Atelier 6 – Évaluation socio-économique, environnementale et territoriale .....	13
Atelier 8 – Connaissance de la mobilité et des trafics.....	15
Atelier 10 – Stationnement, aménagement de la voirie, partage de l'espace public .....	17
Atelier 12 – Nouveaux modes de propulsion .....	18

# Atelier 1 – Véhicule autonome et connecté

Mardi 15 septembre 14h30-16h30

*Animateurs : S. Belloche (Cerema/TV), P. Jouve (STRMTG), O. Bonin (UGE)*

## **Programme**

Le véhicule autonome continue à agiter le monde des transports. Les défis à relever sont techniques mais concernent aussi les aspects socio-économiques, de gouvernance, d'acceptabilité, d'usages, de sécurité, de risques, d'impact environnemental. Cet atelier est l'occasion de faire un point sur les travaux du RST sur ce sujet.

**14h30 : Introduction – Présentation de l'atelier par les co-animateurs**

**14h35 : Évaluation des enjeux sécurité routière de l'expérimentation Rouen Normandie Autonomous Lab**

*Peggy Subirats, Nicolas de Rus (Cerema)*

Le service de transport à la demande par véhicules autonomes du projet Rouen Normandy Autonomous Lab propose une alternative de desserte du premier/dernier kilomètre venant compléter l'offre de réseau de transport collectif de la zone d'activité du Technopôle du Madrillet, situé au Sud de la Métropole Rouen Normandie (Saint-Étienne du Rouvray, Seine-Maritime). L'expérimentation mise en œuvre se décline sur 10 kilomètres, avec une mise à la route des véhicules réalisée progressivement sur trois boucles. 17 points d'arrêt sont proposés sur l'ensemble de la zone, en relation avec les transports en commun de la Métropole de Rouen. Le site présente des caractéristiques qui rendent la démarche complexe et intéressante (réseau de voiries 100 % ouvert à la circulation, variété de configurations représentative des conditions de déplacement en milieu urbain, mixité des usages, déplacement en modes actifs).

Les problématiques d'interaction et de sécurité des déplacements pour l'ensemble des usagers sont donc prégnantes. Sur le site du Madrillet, l'observation des comportements est particulièrement riche d'enseignements pour améliorer la connaissance des enjeux autour du véhicule autonome.

**15h00 : Evaluation du service de mobilité offert par une navette autonome à Autun - Usages, sécurité des piétons et premiers éléments de coût**

*Damien Grangeon, Alicia Aliaga et Céline Avril (Cerema)*

Un service de transport opéré par une navette autonome a été expérimenté à Autun, du 8 juillet au 12 août 2019. Il relie le centre-ville (parking de la place du Champ-de-Mars) et la ville haute, où se situe un patrimoine historique (cathédrale Saint-Lazare et musée Rolin) attirant un flux important de touristes. La navette autonome circule sur itinéraire d'un kilomètre, qui emprunte à la fois des rues piétonnes et des voies routières. Elle fonctionne tous les jours de la semaine, de 11 heures à 13 heures et de 15 heures à 19 heures. Le dispositif d'évaluation mis en place par le Cerema s'est appuyé sur la réalisation de plusieurs enquêtes, des observations vidéos et des entretiens avec les parties prenantes (ville d'Autun et opérateur Berthelet).

L'expérimentation montre que les attentes pour une offre de transport sûre semblent actuellement atteintes : les utilisateurs n'éprouvent pas de sentiment d'insécurité à bord de la navette autonome et les piétons l'ayant croisé manifestent peu de craintes au sujet de la sécurité de ce mode de déplacement ou de la confiance qu'ils lui accordent. Les usagers ressentiraient néanmoins **UNE**

baisse du niveau de sécurité sans opérateur à bord ; la plupart renonceraient même à utiliser la navette autonome. Les piétons ne changent pas leur comportement au passage de la navette autonome, parfois car ils ne la perçoivent pas lorsqu'elle se trouve derrière eux. Ils contraignent alors l'opérateur à bord à utiliser le gong d'avertissement, dont le niveau sonore et la fréquence d'utilisation a gêné certains piétons et riverains.

L'expérimentation confirme également le potentiel d'utilisation d'une navette autonome pour opérer un service de transport du quotidien, en particulier dans des secteurs dépourvus de transports collectifs ou enclavés. Les utilisateurs attendent néanmoins des offres de transport performantes, en termes de dessertes proposées, de vitesse de circulation, de fréquences et de prix. En particulier, les usagers potentiels aspirent à des vitesses de circulation plus élevées. Cette faible vitesse de circulation est toutefois un des principaux déterminants du sentiment de sécurité qu'éprouvent les piétons croisant la navette autonome.

Cette évaluation permet enfin de disposer de premiers éléments relatifs au coût de fonctionnement d'un service de transport opéré par une navette autonome.

### **15h30 : Données des infrastructures et de la route intelligente pour le véhicule autonome** *Dominique Gruyer (UGE)*

Avec le développement des mobilités automatisées et connectées se pose des questions de fiabilité et de robustesse des systèmes d'information, notamment de perception. En effet, s'agissant de systèmes pouvant agir sur la dynamique des véhicules sans intervention humaine, les erreurs ne sont pas permises car des vies humaines sont en jeu. Il est donc nécessaire de pouvoir garantir un haut niveau de qualité de service aussi bien pour les capteurs que les briques logicielles utilisant ces informations. Afin de pouvoir développer les fonctions de conduite automatisée, l'étape la plus critique demeure encore la perception et le choix des capteurs et des sources d'information. Cette perception se décompose en 5 acteurs majeurs (obstacle, route, ego-véhicule, environnement, et conducteur). Dans ces acteurs, les 3 premiers acteurs sont critiques et primordiaux. Se pose alors la question de la collecte, de l'accessibilité, de la qualité de ces données pour permettre une modélisation et un traitement efficace de ces différentes données. Il est évident que dans cet écosystème de mobilité routière, l'infrastructure, et les données qu'elle peut, qu'elle doit, et qu'elle pourra produire, est au cœur des enjeux de recherche actuels. De plus, l'impact recherché n'est plus seulement d'améliorer la sécurité, mais plus généralement d'optimiser le trafic, ce qui peut se traduire par des stratégies de réduction de consommation d'énergie ou d'émissions polluantes. Dans cette présentation, nous proposons donc d'aborder d'un point de vue général la question des besoins (données et fonctions) des infrastructures nouvelles et intelligentes adaptées au déploiement des nouvelles mobilités automatisées.

### **16h00 : Les échanges de données pour l'exploitation de la route : Utilisation de Datex II** *Vincent Robin (Cerema)*

Le Datex II est un langage électronique utilisé en Europe pour les échanges de données d'information routière et de trafic. Le développement du Datex II a été initié dans les années 90 pour permettre l'échange d'informations entre les centres d'exploitation.

Ce langage est structuré pour permettre aussi bien l'envoi de données mesurées, de données calculées, de données des événements routiers, ou encore de données affichables sur un PMV. Chaque jeu de données envoyés peut faire référence à une table de métadonnées, elle-même générée en Datex II.

Aujourd'hui le Datex II est utilisé dans de nombreux projets nationaux, et plus particulièrement dans des projets ITS. Pour percevoir l'intérêt de ce format d'échanges, 2 exemples d'utilisations des données Datex II apparaissent incontournables :

- La plate-forme d'information routière nationale reçoit des données des événements en Datex II et offre la possibilité de les réutiliser. Elle reçoit aussi des données de trafic routier sur le réseau péri urbain des DIR.
- Le projet ITS InDiD, dans la continuité de SCOOP, utilise le Datex II. Un focus sur le back-office, c'est-à-dire le système SAGT – Datex II – plate-forme, montrera comment le Datex II est le langage utilisé pour la transmission des données pour le traitement des cas d'usage.

## **Atelier 2 – Intermodalité, transports, urbanisme**

**Mardi 15 septembre 10h30-12h30**

*Animateurs : Joris Marrel, Christian Sautel, Sylvain Michelin (Cerema),  
Alain L'Hostis (UGE)*

### **Programme**

#### **Introduction – Présentation de l'atelier par les co-animateurs**

#### **Les voies réservées sur autoroutes : l'évolution des méthodes d'évaluation**

*Dans le contexte actuel de congestion croissante des autoroutes urbaines et de recherche de réponses « finançables » à court terme dans les grandes agglomérations, les voies réservées émergent comme des solutions pertinentes et nouvelles d'optimisation des infrastructures existantes. Initialement développées pour les TC, leur champ d'application s'élargit aujourd'hui aux véhicules à occupation multiple, nécessitant une évolution des méthodes d'évaluation des projets.*

#### **Évaluation a posteriori d'une voie réservée aux transports en commun sur A10, dans l'Essonne, aménagée à gauche de la section courante**

*Aurélie Lelandais, Cerema Normandie Centre*

La voie réservée aux transports en commun sur l'A10, qui permet notamment de fiabiliser la liaison entre le pôle d'échanges sur autoroute de Briis-sous-Forges et la gare RER de Massy Palaiseau, a la particularité d'être aménagée à gauche de la section courante de l'autoroute, pour se raccorder facilement à la voirie locale d'accès à la gare. Une étude d'évaluation du Cerema, qui a porté sur la sécurité, l'efficacité et l'usage de cette voie réservée a nécessité un recueil de données par caméras et radars, et un système mis au point par le Cerema. Les résultats de cette étude permettront notamment de compléter les connaissances concernant les études d'évaluation a posteriori des voies réservées.

#### **Couplage de modèles statique et dynamique pour l'étude des projets de voies réservées sur autoroutes**

*Mathieu Luzerne et Olivier Troullioud, Cerema Méditerranée*

Ces dernières années, des aménagements réservés aux transports collectifs ont été réalisés dans plusieurs agglomérations par utilisation de la bande d'arrêt d'urgence, apportant gains de temps et de régularité aux usagers de ces TC du quotidien, sans induire pour autant un impact négatif sur la circulation générale. La montée en puissance des projets de voies réservées aux véhicules à occupation multiple (VR2+ ou voies de covoiturage), qui nécessitent souvent une prise de voie, pose avec plus d'acuité la question d'une modification substantielle des conditions de circulation pour les différents usagers. L'étude de la faisabilité de ces projets de VR2+ demande donc des études de trafic plus conséquentes, qui puissent notamment explorer l'impact de la redistribution de l'usage des voies, que ce soit sur l'infrastructure réaménagée ou son environnement immédiat. La complexité méthodologique de ces études tient au lien itératif pouvant exister entre les reports de trafics liés à ces modifications d'usage (modaux, temporels, d'itinéraires...), et l'évolution des conditions de circulation qu'ils induisent, phénomène qu'aucun outil ne permet aujourd'hui de traiter simultanément.

Une étude de faisabilité sur l'aménagement d'une VR2+ entre Aubagne et Marseille, sur l'A50, réalisée par le Cerema en 2019, a traité cette difficulté par l'utilisation conjointe de deux types de modèles de trafic, statique et dynamique, dont le « couplage » est plus à même d'appréhender ces effets conjoints. Les résultats qui seront exposés mettront en exergue les premiers enseignements de cette étude (importance de ne pas modéliser à demande constante, réaffectation de la demande par un couplage d'outils statique et dynamique, informations obtenues sur le périmètre d'étude et sur la prise en compte des différents types de reports, retours des gestionnaires d'infrastructures, points à améliorer sur cette méthode...).

### **Évaluation de l'expérimentation d'une VR2+ sur la RD 213, à Mérignac (33)**

*Emma Stéphan et Claude Chanet, Cerema Sud-Ouest*

Les routes départementales jouent aussi un rôle fondamental dans la mobilité du quotidien des agglomérations, et ont aussi, à ce titre, un potentiel de multimodalité à mieux exploiter. Bordeaux Métropole expérimente depuis janvier 2017 une signalisation permettant aux automobilistes pratiquant le covoiturage d'emprunter le couloir réservé aux bus sur l'avenue Marcel Dassault, à Mérignac. Cette expérimentation de voie réservée aux TC et au covoiturage sur route départementale a fait l'objet d'une évaluation portant notamment sur la sécurité, la lisibilité et la compréhension de ce dispositif spécifique par les usagers, ainsi que sur sa performance et son intérêt. Trois phases d'évaluation successives, réalisées à un an d'intervalle, ont mis en évidence les points positifs et points de vigilance à anticiper sur un tel aménagement. Il a ainsi pu être observé que les sections courtes délimitées par des giratoires pénalisent les gains de temps des véhicules à taux d'occupation multiple, que la signalisation de fin de voie doit être bien réfléchiée pour éviter des difficultés d'interprétation, mais aussi une amélioration de la compréhension de l'aménagement à l'issue des 3 ans de son expérimentation.

### **Des pôles d'échanges et services d'intermodalité pour favoriser la mobilité des territoires peu denses :**

***Mieux relier les territoires peu denses aux cœurs d'agglomérations passe aussi par des nouveaux aménagements et équipements favorisant l'intermodalité, des approches urbaines intégrant mieux les mobilités douces en complément des TC...***

### **Etude de faisabilité d'un pôle d'échanges sur l'autoroute A51, à Aix en Provence**

*Yannis Lagarde et Sandrine Rousic, Cerema Méditerranée*

La mise en place de lignes de cars express se développe dans les grandes métropoles, pour desservir notamment les grands pôles générateurs de déplacements, en complément du réseau ferroviaire. Aménagement innovant, la réalisation d'arrêts TC sur autoroutes permet de garantir une exploitation efficace de ces lignes express, et un accès facilité depuis les territoires si l'arrêt est associé à un Pôle d'Echange Multimodal. La DREAL PACA a missionné le Cerema Méditerranée sur une étude de faisabilité d'un arrêt TC sur l'A51, au niveau de l'échangeur dit des 3 Pigeons entre Marseille et Aix-en-Provence. Cette étude de faisabilité avait pour objectifs d'analyser les fonctionnalités nécessaires, de proposer des dispositions techniques et définir les solutions d'aménagement pertinentes. Une analyse multi-critères des solutions d'aménagement des arrêts a notamment été réalisée, en comparaison d'un scénario de référence (sans aménagements d'arrêts sur voies structurantes).

## **État de l'art sur les parcs relais des gares TER**

*Emmanuel Perrin et David Dubois, Cerema Centre Est*

Les facilités de stationnement en gare sont une des conditions importantes d'utilisation des lignes TER, notamment dans les secteurs peu denses où le rabattement en bus ou en vélo n'est pas développé. Dans le cadre d'un partenariat avec le syndicat mixte des transports de l'aire métropolitaine lyonnaise, le Cerema a réalisé un état de l'art sur l'organisation du stationnement en gare, à partir d'une recherche bibliographique nationale et internationale sur les parcs relais des gares régionales et métropolitaines, et d'entretiens avec des Régions françaises ayant mis en œuvre des politiques d'accompagnement de ces aménagements. Ce travail a notamment permis d'apporter des éclairages sur plusieurs questions importantes pour les collectivités en charge de ces politiques d'intermodalité :

Quels sont les objectifs assignés aux parcs relais et comment y répondent-ils ?

- Le développement de cette offre de rabattement est-il intégré dans une stratégie territoriale et, si oui, comment cette dernière est-elle élaborée ?
- Quelle est la gouvernance des parcs relais régionaux et métropolitains, et y-a-t-il des différences par rapport aux parcs relais urbains ?
- Quelles modalités de financement sont mises en place par les pouvoirs publics pour accompagner ce déploiement ?
- Quels sont les principes de conception des parcs relais qu'il paraît intéressant de mettre en avant ?
- Quelles offres et quels tarifs de stationnement sont proposés dans ces parcs relais ?
- Quelles évolutions peut-on envisager à moyen et long termes en matière de déploiement et de conception de ces équipements ?

## **Le modèle urbain du Transit-Oriented Development revisité par les mobilités émergentes ? Une investigation sur le territoire de la région Hauts-de-France**

*Dylan Moïnse, Université Gustave Eiffel - Laboratoire Ville, Mobilité, Transport*

L'articulation du développement urbain et des transports, en vue de fabriquer des territoires durables à une échelle métropolitaine voire régionale, est une approche urbanistique conceptualisée sous le vocable de « Transit-Oriented Development » (TOD). Il s'agit d'un modèle urbain, nord-américain, qui promeut la densité démographique et la mixité urbaine autour de pôles d'échanges multimodaux, de façon à intensifier l'usage des transports en commun et des mobilités actives, tout en réduisant la dépendance aux véhicules motorisés individuels. L'efficacité de ce modèle urbain est aujourd'hui interrogée par le fait que les transports publics n'ont pas tous les avantages de flexibilité de l'automobile. L'essor de nouvelles solutions de mobilités permis par les nouvelles technologies offre néanmoins une opportunité de « reconsolider » ce modèle urbain. C'est un axe de réflexion nouveau qui s'articule, dans les Hauts de France, avec les objectifs de la démarche « Rev3 : la Troisième Révolution industrielle en Hauts-de-France ». Une mobilité innovante, connectée, partagée et du quotidien au service de l'écomobilité, peut-elle compléter l'offre de transports publics sur laquelle repose initialement le concept du « TOD », c'est la question explorée par une recherche menée au sein du Laboratoire, Ville, Mobilité, Transport (LVMT). Le cheminement méthodologique reposera alors sur l'élaboration d'une revue de littérature composée de références théoriques et d'un regard à l'international, mais aussi sur l'étude du contexte urbain à travers l'analyse des enquêtes mobilités, des lois, des documents d'urbanisme ainsi qu'à travers une analyse socio-spatiale et géostatistique. Ce travail doctoral sera également structuré à partir d'une étude des quartiers de gares afin de les mettre en perspective tout en s'appuyant sur des études de cas.

## Atelier 3 – Enjeux sociaux de la mobilité

Mercredi 16 septembre 10h30-12h30

*Animateurs : Damien Verry (Cerema), Jean-Pierre Nicolas (ENTPE), Jean-Paul Hubert (UGE)*

### Programme

#### 10h30-Introduction

#### 10h35-Mobilité et bien être

*Cedric Garcia, Jimmy Armoogum, UGE/DEST*

En parallèle des enquêtes de mobilité dites classiques, les enquêtes « emploi du temps », détaillant les activités de la personne toutes les minutes durant une journée entière, sont une autre source statistique pouvant être utilisées pour étudier les déplacements. Selon la nature de la personne et de l'activité, ces activités réalisées peuvent être plus ou moins pénibles. Lorsqu'en plus les enquêtes « emploi du temps » décrivent le ressenti de la personne sur l'ensemble des activités réalisées dans la journée, on peut ordonner les activités avec un score décrivant le bien-être de la personne sur chaque activité.

En effet, l'analyse de ce score de bien-être et les types d'activités apparaît comme une opportunité intéressante pour étudier notamment les liens entre bien-être et mobilité. Quelles sont les activités qui nous amènent une sensation de bien-être ? Les sensations de bien-être sont-elles liées aux caractéristiques socio-démographiques des individus et à leur programme d'activité de leur journée ?

Les bases de données utilisées concernent deux enquêtes « emploi du temps » des Etats-Unis. Une enquête réalisée en 2013 avec les questions sur le bien-être, et une enquête plus récente de 2016. A partir d'un modèle linéaire, les scores de bien-être seront imputés sur l'enquête de 2016. La comparaison des résultats permettra de déterminer s'il existe des liens entre bien-être et niveau de mobilité, selon les caractéristiques socio-démographiques des individus.

#### 11h05-On ne naît pas vieux! La mobilité des seniors d'aujourd'hui depuis 35 ans

*Mathieu Rabaud, Cerema Hauts-de-France*

Il y a une chose contre laquelle personne ne peut lutter : tout le monde vieillit ! Notre mobilité évolue forcément avec le temps : les gens font des études, puis travaillent, ils font éventuellement des enfants, puis partent à la retraite, avant de partir tout court... On étudie bien souvent comment se déplace une catégorie de population, moins souvent comment la mobilité d'une même personne évolue au fil de sa vie...

Cette communication s'appuie sur une étude réalisée pour la Métropole Européenne de Lille qui s'intéresse à la mobilité des seniors d'aujourd'hui. Pour mieux la comprendre, nous avons choisi de remonter dans le temps et de voir comment se déplaçaient les seniors de 2016 à l'époque, dans les années 80, les années 90 et les années 2000...

La mobilité des générations nées entre 1922 et 1961 sera donc analysée sur les quatre points de passage à notre disposition : les enquêtes ménages déplacements de la Métropole Européenne de Lille réalisées en 1987, 1998, 2006 et 2016. Quatre générations (ceux nés entre 1922 et 1931, ceux entre 1932 et 1941, etc.) suivies sur quatre décennies nous ont permis de tirer les constats suivants sur l'évolution de la mobilité au fil de la vie :

- Les générations ont tendance à quitter les centre-villes avec le temps (à l'exception des plus âgés !)
- Le permis de conduire a tendance à se généraliser, y compris chez les femmes
- Le taux d'immobilité semble avoir deux paliers (à la retraite puis vers 85 ans)
- L'usage de la marche est en cloche : il augmente avec l'âge avant de finir par diminuer fortement
- La voiture en tant que passager vient remplacer petit à petit la voiture en tant que conducteur
- Les transports en commun restent une solution de mobilité, y compris dans le grand âge
- La complexité des déplacements (allers retours simples ou boucles complexes) dépend non seulement de l'âge, mais aussi de la génération.

### **11h35-Mobilité pendant et après la crise sanitaire du Covid-19. Une enquête longitudinale via les réseaux sociaux à l'échelle européenne, nationale et locale**

*Maria Tébar, Cerema Hauts-de-France, Emmanuel Ravalet, Mobil'homme, Fabrice Hasiak, Cerema Hauts-de-France, Yann Dubois, Mobil'homme*

Suite à la pandémie mondiale liée au Covid19, une crise sanitaire grave est apparue dans le monde et très particulièrement en Europe pendant le printemps de 2020. Une situation inédite de confinement de la population d'une grande partie du continent a modifié en profondeur pendant plusieurs semaines la vie des européens. Mobil'homme, bureau d'études en sciences sociales, a lancé un projet d'enquête web pour interroger les personnes sur leur mobilité pendant et après la période de confinement. Le Cerema et en particulier l'équipe de recherche ESPRIM ont intégré ce projet en tant que partenaire.

L'enquête aborde les thématiques suivantes :

- La relation nouvelle tissée par les individus avec les territoires de proximité ;
- Les effets de la crise sanitaire sur les pratiques modales et les représentations sociales associées à chaque mode ;
- L'expérimentation du numérique et ses effets sur la mobilité, avec le télétravail et le e-commerce notamment.

Le questionnaire, traduit en trois langues (français, allemand et espagnol) a été déployé via les réseaux sociaux (Facebook) et lancé en Suisse, France, Allemagne, Autriche, Belgique, Luxembourg et Espagne. En France et en Suisse, plusieurs territoires ont fait l'objet d'un sur-échantillonnage spécifique. Ainsi les métropoles de Lyon, Strasbourg et Lille puis les départements du Bas-Rhin et du Rhône et enfin la Région des Hauts-de-France, dispose d'un échantillon de répondants suffisant pour exploiter les données à une échelle infranationale.

Nous proposons de présenter la méthodologie générale de l'enquête ainsi que les premiers résultats avec des comparaisons entre pays européens ou entre sous-territoires.

### **12h05-Échanges collectifs**

## **Atelier 5 – Vélo et engins de déplacements personnels**

**Mercredi 16 septembre 10h30-12h30**

*Animateurs : Thomas Jouannot (Cerema), Zoi Christoforou (UGE),  
Perceval Gailliard (STRMTG)*

### **Programme**

**10h30-11h00 : Lyon : Evaluation du cédez-le-passage cycliste au feu**

*Flavien Lopez (Cerema) + éventuellement Grand Lyon ?*

**11h00-11h30 : Sur-accidentalité des cyclistes casqués en agglomération**

*Benoit Carrouée, Vélo-école centre-Essonne*

**11h30-12h00 : Bordeaux : évaluation du fonctionnement d'une vélorue**

*Emma Stephan, Jérôme Matheus, Lea Trunet (Cerema) + éventuellement Bordeaux Métropole ?*

Le Cerema a été mandaté par Bordeaux Métropole pour évaluer la première vélorue de Bordeaux et deuxième vélorue de France : la rue Dandicolle.

Le principe de la vélorue est que le cycliste est prioritaire sur les usagers motorisés. Dans le cas de Bordeaux, la trajectoire du cycliste est matérialisée dans les deux sens de circulation par une bande de résine au milieu de la chaussée et les véhicules motorisés doivent adapter leurs comportements aux cyclistes. En plus de cet aménagement, le plan de circulation de la rue a été modifié pour passer en sens unique alterné pour les véhicules motorisés afin de diminuer le trafic de transit de la rue.

Une évaluation après mise en place de l'aménagement a été menée en 3 actions :

- Des observations terrains via une grille d'observation : comptages des usagers, positionnement des cyclistes, interactions entre véhicules motorisés et vélos (distance de dépassement/croisement, respect de la priorité aux intersections)
- Un questionnaire en ligne (compréhension de l'aménagement, ressenti, pistes d'amélioration)
- Des enquêtes auprès des usagers (annulées à cause du Covid 19)

Les observations terrains ont été réalisées en juin 2020 avec des résultats plutôt positifs. Dans cette rue, il y a autant de cyclistes que de véhicules motorisés et peu de conflits ont été observés entre les différents usagers. Les cyclistes s'approprient bien l'espace puisque 40% d'entre eux circulent au milieu de la chaussée. Lors des dépassements/croisements, les cyclistes se rabattent sur la droite, bien qu'ils n'y soient pas obligés, et la distance de sécurité d'1m est bien respectée. Une amélioration pourrait être faite au niveau des intersections, où la visibilité est parfois mauvaise, ce qui incite les véhicules motorisés à dépasser la ligne du cédez le passage.

## 12h00-12h30 : **Impact des facteurs humains sur le comportement de conduite de la micromobilité**

*Christos Gioldasis, Zoi Christoforou, Régine Seidowsky (UGE)*

La micromobilité a émergé comme un mode de transport prometteur au cours des dernières années qui offre une solution respectueuse de l'environnement pour les trajets courts et les connexions du premier et du dernier kilomètre avec les transports en commun. Les scooters électriques flottants (FFES) sont un système de mobilité partagée de plus en plus populaire, qui utilise des véhicules de micromobilité. La popularité croissante et le nombre croissant de véhicules de micromobilité soulèvent des problèmes de sécurité pour les utilisateurs de FFES. Dans cet article, nous présentons les résultats d'une enquête en face à face sur les déplacements dans la rue auprès de 459 utilisateurs ES à Paris sur les questions liées à la sécurité. 93% d'entre eux utilisent le FFES. La consommation d'alcool et l'utilisation du téléphone portable lors de la conduite du FFES sont identifiées comme deux facteurs humains importants conduisant au risque. 25% des répondants ont répondu qu'ils avaient conduit l'ES après avoir consommé de l'alcool. Cette attitude est plus répandue chez les hommes que chez les femmes; 28% des hommes interrogés ont répondu qu'ils avaient monté ES après avoir consommé de l'alcool, au lieu de 18% chez les femmes interrogées. C'est aussi un problème pour les cavaliers à l'âge de la puberté; 43% des coureurs âgés de 18 à 24 ans ont répondu qu'ils avaient conduit après avoir consommé de l'alcool, alors que ce pourcentage est limité à 18% à la tranche d'âge immédiatement suivante de 25-29 ans. L'utilisation du téléphone portable au volant est également une attitude à risque répandue. 40% des personnes interrogées ont répondu avoir utilisé le téléphone portable en conduisant un ES. L'analyse des réponses indique que cette attitude est plus fréquente chez les hommes et les jeunes cavaliers. 44% des hommes interrogés et 50% des répondants âgés de 18 à 24 ans ont confirmé avoir utilisé le téléphone portable au volant. Les conclusions du document peuvent être utiles aux décideurs politiques et aux opérateurs FFES dans les efforts conjoints de sensibilisation de l'opinion publique et de développement de l'infrastructure intelligente nécessaire pour faire progresser la sécurité.

## **Atelier 6 – Évaluation socio-économique, environnementale et territoriale**

**Mercredi 16 septembre 14h30-16h30**

*Animateurs : Nicolas Nuytens (Cerema), Laurent Thibault (IFPEN)*

### **Programme**

#### **1-Approche croisée évaluation environnementale et évaluation socio-économique - vers un rapprochement des référentiels d'évaluation ? Le cas du GPFPN (grand projet ferroviaire Paris - Normandie)**

*Charlotte Le Bris, Cerema Territoires et ville et Géraldine Bertaud, Cerema Ouest*

#### **2-Questionnements méthodologiques sur la définition du scénario de référence et de l'option de référence : retour d'expérience à travers les évaluations a priori de projets de TCSP**

*Wilhémine Lecointre, Cerema Ouest*

L'évaluation socio-économique des projets de transport, obligation réglementaire pour les grands projets d'infrastructure et la plupart des projets financés par l'État, vise à analyser l'opportunité des investissements publics sur la base d'une démarche de comparaison entre la situation de projet et une situation dite de référence, dans laquelle le projet n'est pas réalisé. Cette comparaison prend la forme d'un bilan comparatif qui agrège l'ensemble des coûts et bénéfices générés par le projet par rapport à la situation de référence, sur toute la durée de vie du projet.

Cette démarche nécessite donc de projeter l'évolution du territoire et de l'offre de transport à des horizons futurs, pour définir, généralement par des modèles de trafic, le fonctionnement des infrastructures en situation future. La démarche d'évaluation introduit pour cela les notions de scénario de référence, d'option de référence et d'option de projet, pour obliger l'évaluateur à distinguer ce qui relève d'une évolution du territoire totalement indépendante de son projet et qui va dicter la demande (le scénario de référence), et ce qui relève de l'offre proposée (l'option de référence, aménagement a minima, et l'option de projet, la réponse envisagée aux besoins).

En réalité, l'application de ces concepts n'est pas si évidente, car elle suppose l'absence totale d'interdépendance entre le projet de transport envisagé et le développement du territoire. Dans le cas d'une nouvelle ligne de tramway devant accélérer la mutation d'espaces en reconversion et favoriser la réalisation de projets immobiliers, peut-on considérer que le développement du nouveau quartier est acquis et fait partie du scénario de référence ?

D'autre part la définition et l'évaluation adaptée des options de référence s'avère également une source de difficultés. Une option de référence est-elle définie aussi finement qu'une option de projet ? Un BHNS est-il une option de référence pour comparer une option de projet tramway ? Les outils de modélisation sont-ils bien adaptés pour évaluer la dégradation du niveau de service en option de référence ? N'y a-t-il pas une incohérence à comparer une option de projet dont le bon niveau de service a un coût, à une option de référence peu dégradée (car mal évaluée) sans aucun investissement supplémentaire ? Dans un contexte de capacité d'investissement contrainte, peu de

projets notamment en transport collectif, peuvent passer le filtre des indicateurs socio-économiques si l'option de référence est mal définie.

À travers un retour d'expériences réalisé sur une dizaine d'évaluations a priori de projet de TCSP, différentes interprétations et applications de ces notions ont pu être examinées. Une démarche plus structurée de construction du scénario de référence et de l'option de référence a ainsi pu être établie. Ces travaux ont vocation à être intégrés dans un guide du Cerema relatif à l'évaluation a priori des projets de transports collectifs en préparation. Il est proposé par anticipation de présenter les enseignements issus de ce retour d'expérience, pour mieux guider les évaluateurs dans leurs pratiques, dans le cas des transports collectifs et au-delà.

### **3-La synthèse de l'évaluation socio-économique telle que définie dans l'instruction du Gouvernement de juin 2014 et son rôle**

*Géraldine Bertaud, Cerema Ouest*

### **4--Évaluation ex-post et observatoires permanents : le cas de la LGV SEA**

*Alain Bonnafous, Laet et Minghui Chen, Lisea*

L'International Transport Forum (ITF) et l'OCDE avaient organisé en 2014 une importante Table Ronde qui soulignait les enjeux scientifiques et politiques des évaluations ex-post. En cette même année, le nouveau référentiel pour l'évaluation des projets du ministère des transports était, pour la première fois, enrichi d'une « fiche outil » sur les « Données à recueillir pour l'évaluation ex-post ». Il s'agit là d'une tendance internationale qui va au-delà de la bonne pratique des retours d'expérience qui étaient déjà prévus (avec une certaine avance au plan international) dans les bilans LOTI.

Le défi principal des évaluations ex-post tient à une difficulté méthodologique bien connue de tous ceux qui ont eu à élaborer de tels bilans ou à pratiquer des exercices équivalents, c'est-à-dire à la furtivité des informations. Il se trouve, en effet, que certaines informations ne peuvent pas être convenablement reconstituées, soit qu'elles aient tout simplement disparu, telle la tarification de l'air ou du fer dans un système de yield management, soit qu'elles concernent des comportements d'acteurs qui sont oblitérés de réflexes de rationalisation lorsqu'ils sont reconstitués tardivement. Une réponse à ce problème de furtivité consiste à organiser une observation en temps réel et à archiver les informations lorsqu'elles sont disponibles. Une première partie de la communication précisera cette dimension méthodologique.

Une seconde partie présentera le dispositif particulier que constitue l'observatoire socioéconomique (OSE-LISEA) mis en place par le concessionnaire de la LGV SEA. Le concédant (RFF au moment de la signature du contrat de concession) a en effet prévu que le concessionnaire (LISEA, filiale de Vinci) organise, dès la signature du contrat et pendant 10 ans après la mise en service de la ligne (soit jusqu'en 2027) un système permanent d'observation des effets socioéconomiques de cette ligne nouvelle. Les questions vives que cet observatoire s'efforce d'éclairer seront ainsi précisées.

La troisième partie présentera les premiers résultats disponibles qui ont fait l'objet d'un document qui n'a pas de précédent qui est un « bilan Loti intermédiaire » publié un an après la mise en service de la ligne nouvelle et qui avait été prescrit dans le contrat de concession. Quelques résultats inédits, postérieurs à cette édition seront également présentés.

## Atelier 8 – Connaissance de la mobilité et des trafics

Mardi 15 septembre 10h30-12h30

*Animateurs : Julie Pélata, Jérémie Bossu (Cerema), Jimmy Armoogum (UGE)*

### Programme

#### **Le covoiturage, “côté passager”**

*Yohan Urie, Cerema Normandie Centre, Julie Pélata, Cerema Territoires et ville*

Même s'il existe une définition légale du covoiturage<sup>1</sup>, elle est différemment appropriée par les collectivités lorsqu'il s'agit de mesurer l'efficacité de leurs politiques en faveur d'un plus grand partage des véhicules et reste quoiqu'il en soit difficile à mesurer, car les notions de « propre compte » et de « partage des frais » peuvent être soumises à interprétation.

Si elles ne mesurent pas directement le covoiturage, les EMC<sup>2</sup> permettent de disposer d'un large éventail d'indicateurs pour approcher la pratique. Les indicateurs les plus souvent mobilisés sont :

- Part des trajets réalisés en tant que conducteur solo sur l'ensemble des trajets réalisés par les conducteurs
- Taux d'occupation des véhicules
- Répartition des trajets réalisés par les conducteurs de véhicules selon le nombre et le type d'occupants des voitures (mineur/majeur, appartenant ou non au ménage)
- Approche par boucles de déplacement pour distinguer le covoiturage de l'accompagnement...

Ces indicateurs sont basés sur les informations données par les conducteurs, les passagers n'étant en général pas interrogés sur les caractéristiques des véhicules et de leurs conducteurs pour éviter les doubles-comptes.

Afin de prioriser les actions à mener (voies réservées, aires de covoiturage, actions de mise en relations au sein des entreprises, du voisinage...), une démarche exploratoire a été initiée pour l'EMC<sup>2</sup> Guadeloupe.

**Problématique** : quels apports résultent d'une prise d'information auprès des passagers de véhicule ?

Le principe de la présentation s'articulera autour de la méthode choisie, des résultats en comparaison avec la vision « conducteur » et « véhicule » tout en observant les différentes limites et problèmes rencontrés sur la caractérisation du covoiturage « côté passager ».

*1 « Le covoiturage se définit comme l'utilisation en commun d'un véhicule terrestre à moteur par un conducteur et un ou plusieurs passagers, effectuée à titre non onéreux, excepté le partage des frais, dans le cadre d'un déplacement que le conducteur effectue pour son propre compte. Leur mise en relation, à cette fin, peut être effectuée à titre onéreux. » (Code des transports – Article L 3132-1)*

#### **Parlons de la pluie et du beau temps**

*Mathieu Rabaud, Cerema Hauts-de-France*

Les analyses classiques de la mobilité mettent en perspective les modes de déplacements utilisés avec les motifs de déplacement, l'âge des personnes ou encore le lieu de destination. Trop rarement, on met en relation les pratiques de mobilité avec les conditions. A tort ou à raison ? Le temps qu'il

fait influe-t-il sur la façon dont l'on se déplace ? Si influence, est-elle identique selon le mode de déplacement utilisé ?

Pour répondre à ces questions, le Cerema a recruté un Data Analyst stagiaire qui a enrichi la Base Unifiée des Enquêtes Déplacements 2020 (70 enquêtes depuis 2009, 1,87 millions de déplacements décrits dans la base de données) des conditions météorologiques propres à chaque déplacement : température, précipitations, vitesse du vent et éventuels bourrasques. A partir de ces éléments, des modélisations avancées permettent de voir si les conditions météorologiques ont une influence sur la mobilité.

### **Apport de l'Intelligence Artificielle dans l'analyse d'images et les études de trafic**

*Valérie Leray, Cerema Ile-de-France*

Depuis quelques années l'IA est en pleine expansion et son utilité est reconnue dans de nombreux domaines. L'analyse d'images par IA va permettre via des flux vidéo d'appréhender au mieux le comportement des usagers motorisés ou non. Depuis de nombreuses années nous dépouillons manuellement des vidéos de trafic et d'environnement urbain afin de collecter des données comportementales ou encore des données trafic de type : classe d'usager (VL, 2RM, PL, piéton etc...), débits, trajectoires (O/D dans l'image), ce travail est long et fastidieux... Cette nouvelle technologie va permettre, à partir de flux vidéo de fournir encore plus d'informations dont la vitesse instantanée de déplacement en un minimum de temps de paramétrage de l'utilisateur. Cette technologie, ce procédé d'analyse est en cours d'évaluation et les résultats seront disponibles en 2021.

### **Plateforme de présentation d'indicateurs de trafic routier permettant un suivi du déconfinement**

*Pascal Glasson, Christophe Damas, Cerema Territoires et ville*

Le Cerema a développé une plateforme de présentation d'indicateurs de trafic routier permettant un suivi du déconfinement. Les objectifs de la plateforme, disponible à l'adresse suivante « <http://dataviz.cerema.fr/trafic-routier/> » est :

- De proposer des indicateurs permettant d'appréhender l'impact du confinement puis du déconfinement sur le trafic routier.
- De proposer d'autres sources de données que celles basées sur les demandes d'itinéraire (Apple) et sur les véhicules (Google).

Cette plateforme a été mise en ligne le 13 mai 2020, en version bêta, soit 2 jours après la date de début du déconfinement.

La plateforme présente des indicateurs de trafic routier et des analyses aux échelles nationale, régionale et métropolitaine. Ces données se basent sur les débits cumulés de plus de 1 200 stations de comptage. Un focus est également réalisé sur les trafics du week-end. Enfin, les données des stations de pesage en marche permettent de faire un zoom particulier sur les poids lourds et les cars.

# **Atelier 10 – Stationnement, aménagement de la voirie, partage de l'espace public**

**Mardi 15 septembre 14h30-16h30**

*Animateurs : Peggy Mertiny, Emmanuel Perrin, Jean-Luc Reynaud (Cerema)*

## **Programme**

### **1- Bilan de la mise en œuvre de la dépenalisation du stationnement,**

*Emmanuel PERRIN, Chef de projets stratégies de mobilité / Cerema Centre Est*

Présentation de la réforme de la dépenalisation et de ses impacts : ça libère de la place et donc on peut libérer de la place pour d'autres usages.

Ouverture sur l'enquête de bilan à 1 an :

- Ses modalités allégées
- Ses conclusions
- Utilité d'en refaire une nouvelle pour compléter ?

### **2- Évaluation du passage de Bègles en "Ville 30"**

*Jérôme Matheus, chargé d'études en mobilités actives et Emma Stéphan, Cheffe de Groupe Sécurité et Partage de la Voirie, Cerema Sud-Ouest*

Le Cerema a accompagné Bordeaux Métropole pour le passage des communes en « ville 30 ». Il évalue la modification de comportement des usagers sur l'espace public à travers l'évolution des vitesses ainsi que l'acceptabilité de la mesure via une enquête. Les évaluations à court terme (2-3 mois), et à moyen terme (6-8mois) seront présentées.

### **3- Guide aménagement du stationnement,**

*Jean-Luc REYNAUD, Chargé de projet, Cerema Territoires et Villes*

Présentation du guide dans son ensemble et ouvrir sur la question du diagnostic stationnement.

Accent mis sur :

- Les méthodes de dénombrement de l'offre de stationnement, sur voirie et privée, aujourd'hui utilisées et leurs limites
- Développements possibles et attendus : échanges et retour d'expérience des participants

### **4- Feuille de route stationnement au Cerema**

*Peggy MERTINY, Directrice d'études sur le stationnement, Cerema Hauts de France*

Présentation de la feuille de route 2020-2021 pour le Cerema.

Accent mis sur la participation des participants avec attentes fortes sur :

- Les attentes internes/externes vis-à-vis du Cerema, les expérimentations à mener, les sujets à investiguer : pour entendre les attentes et besoins des territoires
- Les offres de services à développer
- Les questionnements / attentes vis-à-vis de l'enquête stationnement

## **Atelier 12 – Nouveaux modes de propulsion**

**Mardi 16 septembre 14h30-16h30**

*Animateurs : Florence Girault, Laurent Jardinier (Cerema), Serge Pelissier (UGE),  
Brigitte Martin (IFPEN)*

### **Programme**

#### **1-E-WAY Corridor II – le Cerema estime le potentiel d'usagers d'une autoroute électrique *Michaël Savary, Chloé Verhaeghe, Cerema Normandie Centre (CEREMA)***

Dans le cadre d'un appel à projet du CPIER Vallée de Seine, visant à favoriser le développement de projets interrégionaux innovants dans le domaine de la transition écologique, le Cerema accompagne les équipes de l'O.I.E. et TERCARA dans le projet E-Way Corridor II. Ce projet vise la mise en place d'un corridor électrique sur l'A13 destiné à alimenter les véhicules en énergie.

Une précédente étude de faisabilité du projet a montré que le choix technologique de transfert d'énergie à privilégier dépend des types de véhicules à alimenter : une alimentation aérienne disponible seulement pour les poids-lourds de plus de 26 tonnes (PL) ou une alimentation par conduction au sol ou par induction intégrée dans la chaussée utilisable pour tous les véhicules. Pour orienter ce choix, une étude d'interopérabilité multi-véhicules était nécessaire. C'est pourquoi les équipes de l'O.I.E. et TERCARA ont fait appel au Cerema afin d'analyser la typologie des trafics routiers sur l'autoroute A13 entre Mantes la Jolie et la bifurcation A13-A131 vers Le Havre.

Le Cerema a ainsi assuré une analyse de la structure des trafics présents sur la section étudiée de l'autoroute A13. Utilisant les données des enquêtes routières disponibles et les données issues du modèle de trafic de l'agglomération de Rouen ainsi que les données de comptages récents, le Cerema a produit une analyse section par section du flux de trafic des véhicules légers et des poids lourds. Cette analyse a nécessité la construction d'un modèle régional simplifié afin de déterminer toutes les caractéristiques des itinéraires. La finesse des questionnaires utilisés dans les enquêtes a de plus permis l'identification de catégories de véhicules selon leur pertinence au regard du projet envisagé (régularité pour les VL et silhouette pour les PL).

Elle a permis également d'estimer la proportion des parcours réalisés sur et hors autoroute permettant de mieux comprendre si l'alimentation via le corridor pourrait suffire à terme aux besoins des usagers.

Ainsi, à partir de ces résultats, il sera possible à partenaires de calculer la quantité d'énergie qu'une infrastructure pourrait transmettre quotidiennement aux véhicules empruntant le corridor selon des hypothèses de développement des véhicules électriques et d'attractivité du corridor électrique. Tous ces éléments permettront d'éclairer les choix sur la meilleure solution technique et financière qu'il conviendrait de retenir.

## **2-Stratégie de déploiement et impacts des bus à faible émission**

*Florence Girault, Cerema Territoires et ville, Marc Lanfranchi, Alicia Aliaga, Cerema Centre Est*

La loi TECV impose à certaines AOM de renouveler leur matériel roulant avec des véhicules à faible émission, depuis le 1er janvier 2020.

Certains réseaux ont déjà entamé ou prévoient le renouvellement et le "verdissement" de leurs flottes. L'objectif de l'étude est d'une part de comprendre les stratégies de choix d'énergie et de motorisation des agglomérations, et d'autre part d'analyser les impacts des nouveaux matériels roulants sur l'exploitation, la gestion et l'évolution des réseaux.

L'étude s'appuie sur la méthode suivante :

- Interviews ciblées de certains réseaux ayant déployé ou en cours de déploiement d'une flotte de véhicules à faible émission
- Questionnaire à diffusion large auprès des AOM

Ces deux modes de recueil de données complémentaires permettront de mettre en évidence des tendances concernant les stratégies des réseaux et de capitaliser ces retours d'expériences au profit de l'ensemble des AOM.

## **3-Gestion optimisée de la recharge d'un dépôt de bus électriques**

*Serge Pelissier, Rochdi Trigui, Adnane Houbbadi, (Université Gustave EIFFEL) ; Tanguy Bouton (Transdev)*

La mobilité électrique augmente de manière significative dans les transports en commun et continue de faire face à des défis importants. Les flottes de bus électriques nécessitent des performances élevées et une longévité maximale des batteries dans des conditions de température et de fonctionnement très variables. D'autre part, les exploitants de flottes de bus sont soucieux de réduire les coûts d'exploitation et de maintenance. Ces coûts sont sensibles au coût de vieillissement de la batterie qui représente une donnée économique importante pour le déploiement de flottes de bus électriques. Ces travaux réalisés dans le cadre de la thèse de Adnane Houbbadi, présentent une approche méthodologique pour l'optimisation de la recharge d'une flotte de bus électriques au dépôt. Cette approche est basée à la fois sur la planification de la recharge et sur la modulation de la puissance afin de minimiser un critère donné ou plusieurs critères en même temps (ex : le coût de la recharge, la puissance efficace, le vieillissement des batteries...). Cette approche utilise des méthodes d'optimisation exactes ou des métaheuristiques selon le type d'optimisation (mono-objectif ou multiobjectif) et selon le critère tout en tenant compte des contraintes liées aux conditions d'exploitation du bus, aux infrastructures de recharge ainsi qu'au réseau électrique. Un développement d'un modèle électrothermique et de vieillissement des batteries lithium-ion a été réalisé en s'appuyant sur des modèles existants, des études bibliographiques ainsi que des essais expérimentaux. Un modèle « multi- mécanisme de vieillissement » basée sur la loi d'Eyring a été développé et permet de prendre en compte plusieurs phénomènes de vieillissement pour des batteries de type LFP. Ce modèle peut s'adapter à différentes technologies de batterie. Afin d'illustrer notre méthodologie d'optimisation mise en oeuvre, un cas d'étude a été présentée dans le dernier chapitre et permet de montrer les possibilités de recharge intelligente d'une flotte de bus électriques offerte par l'outil développé qui permet en particulier de minimiser le vieillissement de la batterie.

#### **4-Écoconduite des véhicules électriques : de l'optimisation par modélisation à la modification du style de conduite**

*Rochdi Trigui, Chrystèle Philipps-Bertin, Frédéric Martinez, Sylvain Gillet. Université Gustave EIFFEL*

Afin d'améliorer l'autonomie du véhicule électrique (VE) et d'assurer une meilleure stabilité de ses performances, son utilisation doit être optimisée en adoptant un «éco-comportement» qui inclut l'utilisation de différents leviers comme l'éco-conduite par exemple. L'éco-conduite pourrait être réalisée soit à l'aide d'un système avancé d'assistance à la conduite (ADAS) ou en enseignant aux conducteurs les règles appropriées pour améliorer leur façon de conduire. Cependant, aussi bien les algorithmes des ADAS que les règles données au conducteur, doivent être spécifiques à chaque véhicule, en particulier quand il s'agit de VEs pour lesquels la récupération d'énergie lors des phases de décélération et de freinage a un impact important sur la consommation globale de l'énergie. Par conséquent, pour parvenir à une éco-conduite efficace, les règles données au conducteur doivent être aussi optimales que possible et leur pertinence doit être prouvée dans la vie réelle par des mesures d'économie d'énergie. D'autre part, l'acceptation et la motivation des utilisateurs finaux pour exécuter correctement ces règles est l'un des principaux problèmes à résoudre.

Cette présentation décrit un travail de coopération impliquant des chercheurs en sciences de l'ingénieur et en sciences humaines pour aider un ensemble de conducteurs à améliorer l'efficacité énergétique de leur conduite. L'efficacité est d'abord suggérée au conducteur en proposant des règles extraites des résultats de simulation utilisant un modèle énergétique du véhicule et des techniques d'optimisation. Ensuite, l'efficacité est mesurée lors de l'utilisation du VE par des capteurs embarqués qui estiment avec précision l'énergie consommée. Une expérience impliquant 100 conducteurs a montré un gain global non négligeable entre la conduite spontanée et la conduite en essayant de suivre les règles d'éco-conduite.

#### **5-REAL-e : Analyseur mobile et connecté d'émissions véhicules en conditions réelles**

*Arnaud Frobert, IFPEN*

La norme Euro6d-Temp impose depuis 2018 aux constructeurs de réaliser une partie de l'homologation des nouveaux véhicules particuliers sur route suivant la réglementation RDE (Real Driving Emissions). Les essais de conformité en service (ISC - In Service Conformity) doivent également intégrer des vérifications en conditions réelles. Cela implique une augmentation massive des essais en embarqué, qui sont réalisés jusqu'à aujourd'hui avec un matériel de laboratoire complexe et coûteux : le PEMS (Portable Emissions Measurement System).

Avec la PME CAPELEC - leader en matériel pour centres de contrôle technique, IFP Energies nouvelles (Carnot IFPEN TE) a développé le concept innovant REAL-e dans le cadre d'un partenariat industrie - centre de recherche. REAL-e est un objet connecté qui se résume en l'association d'analyseurs simples et économes en énergie avec des modèles avancés (véhicule, moteur, transmission, post-traitement) hébergés dans un Cloud.

REAL-e permet de bénéficier de mesures physiques tenant compte des spécificités de chaque trajet (âge du véhicule, conduite, conditions ambiantes...) comparables à celles obtenues avec un PEMS (Portable Emissions Measurement System), mais avec une complexité moindre (installation rapide sans débitmètre échappement, pas de contrainte de trajet) et ainsi de multiplier les essais pour participer à la conformité en service ou au contrôle technique.

Il est proposé lors de cette intervention de présenter l'objet REAL-e, en expliciter le mode de fonctionnement « connecté » et de démontrer sa pertinence en comparaison avec des mesures de

référence (banc à rouleaux, PEMS). Le focus sera réalisé sur le CO<sub>2</sub> et les NO<sub>x</sub>, mais aussi sur le NH<sub>3</sub> mesurés avec le capteur ELEMENTS, issu d'un développement interne, intégré dans REAL-e.