

Département Composants et systèmes (Cosys)

# **COSYS : bilan 2018, perspectives 2019**

Frédéric Bourquin *et al.*

V1, 20-10-2018

## **Sommaire**

<b>1</b>	<b>ADN, Vision et stratégie</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Bilan 2018</b>	<b>3</b>
1	Actions de transfert . . . . .	3
2	Autres événements ou faits marquants . . . . .	5
3	Bilan scientifique par axe du COP . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Projet COSYS 2019-2024</b>	<b>13</b>
1	Stratégie globale . . . . .	13
<b>4</b>	<b>Programme année 2019</b>	<b>15</b>
1	Manifestations scientifiques . . . . .	15
2	Projets de recherche . . . . .	15
3	Expertises . . . . .	18
4	Outils incitatifs . . . . .	18
5	International . . . . .	19
6	Sites et moyens . . . . .	19

# 1 ADN, Vision et stratégie

COSYS est un département pluridisciplinaire à l'interface entre les mondes **physique et numérique**, avec une forte assise expérimentale. Nourri par cette culture phygitale, il s'est donné pour ambition de développer les concepts et outils nécessaires à l'amélioration des connaissances de base, des méthodes, des technologies et des systèmes opérationnels destinés à une **intelligence renouvelée de la mobilité, des réseaux d'infrastructures et des grands systèmes urbains**.

Il vise ainsi une maîtrise accrue de leur efficacité, de leur sécurité, de leur empreinte carbone et de leurs impacts sur l'environnement et la santé. Contribuer à l'efficacité, à la sobriété et à la résilience des villes et des systèmes de transport qui jouent un rôle vital au service de l'économie tout entière, offrir des services à haute valeur ajoutée pour l'attractivité des territoires, l'implantation d'activité et le bien-vivre, telles sont les cibles visées par le département. Ces orientations sous-tendent la feuille de route de la R5G que COSYS pilote. Elles s'inscrivent en écho de la 3ème révolution industrielle et des Objectifs du développement durable.

La production de connaissances à la frontière des pratiques, leur transformation en produits utiles et en corps de doctrine en **appui des politiques publiques** et l'évaluation des transformations induites par les innovations dans ces champs d'activité forment l'ADN du département, qui le prédispose donc à **couvrir toute la palette des TRL**, de sujets très à l'amont jusqu'à la vente de logiciels via des licenciés ou à l'expertise au bénéfice des territoires.

Fortement contributeurs au bilan carbone de la plupart des pays du monde, les secteurs de la mobilité et de la ville deviennent de plus en plus critiques pour notre pays, son attractivité, sa qualité de vie et la santé de ses habitants, à l'instar de la totalité des pays du monde, aucun ne se trouvant plus épargné par une congestion endémique très chronophage ni par la menace d'une mortalité très nettement accrue par les externalités du transport lui-même. Aux États-Unis, le temps perdu dans la circulation représentait 0,7% du PIB en 2012. Parallèlement, d'ici 2035, on estime que le nombre de véhicules automobiles légers atteindra 1,6 milliard. Le transport est un moteur de l'activité économique et des relations sociales, mais planifier en fonction des transports motorisés individuels plutôt que sur l'accessibilité a augmenté le nombre de voyageurs-kilomètres annuels parcourus par tête et a créé un cercle vicieux où, dans un effort de résoudre les problèmes d'embouteillage, le nombre croissant de véhicules motorisés privés semble entraîner la construction de davantage de routes et d'infrastructures.

La mobilité convoque les dirigeants à une réflexion sur une **nouvelle gestion de l'espace public**. La transformation des autoroutes en boulevards urbains, l'hybridation des espaces, l'augmentation des fonctionnalités assurées par les infrastructures pour faciliter une mobilité différente, partagée, électrique, cycliste, autonome, centrée sur l'accessibilité et moins sur les flux, constituent autant de réponses à cette urgence d'accompagner la transformation du secteur. Aujourd'hui en effet la smart city est reconnue comme contributrice à l'amélioration des indicateurs du développement durable, en permettant une mobilité plus efficace, plus flexible, moins consommatrice d'espace public, plus écologique, à condition d'en maîtriser le comportement global.

La stratégie nationale pour le développement des véhicules automatisés répond à un enjeu majeur de souveraineté industrielle mais aussi aux enjeux du désenclavement des territoires. La singularité française en la matière réside dans le parti pris d'inviter l'infrastructure à collaborer très fortement à l'automatisation.

Ainsi se profilent de nouveaux besoins en termes d'infrastructures de nouvelle génération, que l'on désigne sous le vocable R5G, également vertueuses du point de vue de leur contribution au bilan carbone ou de l'adaptation au changement climatique, le climat d'aujourd'hui sollicitant déjà fortement la capacité des réseaux.

S'appuyer sur des technologies à fort pouvoir transformant (*transformational technologies*) pour couvrir un ensemble d'enjeux des transports et de la ville offre une voie intéressante que l'on a empruntée. L'IoT, la collecte intelligente de données fiables à toutes les échelles (du satellite au capteur noyé en passant par les drones), les communications agiles et fiables, le traitement massif des données, la perception, la géolocalisation, la modélisation et la régulation à toutes les échelles, l'ingénierie sûre des systèmes, la cybersécurité, la gestion de l'énergie constituent des piliers scientifiques sur lesquels on a décidé d'investir, en réponse aux défis du *véhicule automatisé* et de la *ville durable*.

A titre d'exemple, **Sense-City** se trouve cité dans la SNR qui explique que *le bon positionnement en micro et nanotechnologies doit servir de tremplin pour le développement de produits tirant profit des innovations technologiques dans ce domaine. Ex : nouvelles générations de magnétomètres, accéléromètres combinés à de la fusion de données permettent de développer des produits couplant localisation et données liées à l'état de la personne.*

Plus globalement, il s'agit d'offrir à tous les citoyens les opportunités des territoires numérisés à leur échelle. Ces questions d'échelle sous-tendent la mobilisation de technologies capacitantes comme les nano-technologies au service d'un déploiement massif de la mesure et de l'action sur de vastes territoires.

## 2 Bilan 2018

### 1 Actions de transfert

L'Etude MIRE a produit une note de problématique en cours de dissémination. L'infrastructure (gestion, adaptation et régulation de l'espace) reste aujourd'hui absente du débat sur les nouvelles offres de mobilités. La note permet de construire les questionnements au niveau des décideurs. La dissémination en cours se traduit par des débats parlementaires à travers les 4 associations commanditaires (ATEC ITS, IDRRIM, Routes de France, TDIE).

CISMOP (Co-construction et Innovations pour les Services de Mobilités en Péri-urbain) a testé comment l'action publique dans une commune périurbaine du Bassin Minier des HdF peut changer le comportement de mobilité. On a construit avec la population des initiatives pour réduire la trop grande dépendance de ce territoire périurbain à l'automobile individuelle. L'équipe a été félicitée par les autorités régionales et nationales pour leur participation à l'atelier territorial des assises de la mobilité.

Une suite de ce projet est prévue dans le cadre d'un projet tremplin de l'I-SITE FUTURE.

L'appui à la DGITM sur le Véhicule automatisé et coopératif s'est traduit par la participation aux groupes de travail «stratégie nationale» dont aspects «homologation dans une approche système» et «dossiers de sécurité pour l'homologation / la validation». La réponse à l'enquête nationale sur les sites tests pour le VA, mobilisant notamment Transpolis, Nantes et Versailles en fait aussi partie. La participation au groupe de travail stratégique sur le choix des protocoles de communication pour la mobilité coopérative (ITS G5 ou LTE V2X) a débouché sur des spécifications techniques des cas d'usage. Enfin, l'action sur la Robot-mobilité s'est traduite pour COSYS à une action substantielle de parangonnage.

Un rapport d'audit du CGEDD produit en 2015 sur la modélisation des déplacements en Ile-de-France a identifié l'existence d'un besoin partagé : d'améliorer la description de la congestion et des temps de parcours au sein des modèles franciliens et de disposer de modèles livrant une vision dynamique du système de transports. A la demande du Préfet de Région, la DRIEA a

mis en place en février 2017 le comité francilien des modélisateurs de déplacements, regroupant l'ensemble des organismes et entités concernés. A la suite des travaux de ce comité, la DRIEA a confié à l'IFSTTAR en décembre 2017 une étude visant à dresser l'état des lieux, d'identifier les besoins, et de proposer des solutions techniques et organisationnelles pour le développement du futur modèle dynamique régional. Au niveau scientifique et technique, un important travail de synthèse a été accompli sur le sujet de la modélisation à l'échelle régionale, et l'ensemble des membres du comité en bénéficiera.

Le soutien à Paris Région IdF sur le Véhicule automatisé s'est traduit par la participation au lab meeting avec des PME internationales, à la table ronde Vivatech sur le véhicule automatisé. L'événement Mobilité du futur avec le département Seine et Marne a permis de donner un éclairage sur la R5G et le véhicule automatisé et de prolonger ce transfert à la faveur d'un accord-cadre impliquant également le CEREMA et l'ENPC. Avec ESPCI et VEDECOM, on a contribué au séminaire Véhicule Autonome pour la Ville de Paris.

Les experts du laboratoire Cosys/Estas ont été consultés dans le cadre d'une évaluation menée par le CGEDD des propositions de SNCF-Réseau de modernisation de l'exploitation ferroviaire pour un réseau haute performance (TGV).

L'action de transfert à la DGITM sur le ferroviaire s'est principalement traduite par un dossier thématique Ferroviaire à sortir en novembre, avec 10 articles.

Métro de Sydney : à travers CERTIFER on a participé à la certification des procédures et des tests en compatibilité électromagnétique sur le réseau complet (Analyse documentaire de CEM, mission sur le terrain, sondages par échantillonnage en pré-construction et post construction).

La note N° 5 de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) parue en juillet 2018 était consacrée aux systèmes de transport à hypergrande vitesse sous vide (Hyperloop). Pour la constitution de ce dossier, l'équipe de Cédric Villani a sollicité notre expertise sur les aspects sécurité et les questions du cadre réglementaire de ce type de système de transport.

Tunnel sous la Manche : la mission de conseil et d'assistance technique auprès d'Eurotunnel dans le cadre du déploiement d'une ligne haute tension (1000MW) dans le tunnel ferroviaire assuré par ElecLink, filiale d'Eurotunnel a donné lieu à une évaluation des études CEM pour vérifier l'absence d'impact sur les équipements de sécurité.

L'étude ESTTER pilotée par les laboratoires Cosys/Estas-Leost pour le compte de La DGITM/DSUT a permis dans un premier temps de dresser une cartographie des projets de recherche dans le champ de la sûreté des transports terrestres conduits entre 2006 et 2016 en France et en Europe. Un second volet porte sur une proposition d'une feuille de route en matière de recherche et développement pour la sûreté dans les transports guidés centrée sur les thèmes de détection et de surveillance. L'étude ESTTER viendra alimenter la réflexion du Ministère de la Transition écologique et solidaire et de ses partenaires, opérateurs notamment, en matière de prospective dans le champ de la sûreté dans les transports terrestres.

La DSR (délégation à la sécurité routière du ministère de l'intérieur) a commandé 3 études sur simulateurs visant à progresser dans la lutte contre l'accidentalité.

La première (Profil+) porte sur l'influence du profil en travers des routes secondaires, et plus particulièrement des bandes multifonctionnelles, sur le contrôle de la trajectoire des VL et sur la sécurité des cyclistes en virage (dans la continuité d'un projet précédent qui s'était penché sur les lignes droites). Le travail, piloté par Régis Lobjois, est réalisé en collaboration avec le laboratoire LS2N de Nantes.

La deuxième (Automa-Pied) porte sur les interactions entre piétons et véhicules automatisés en situation de traversée de rue, en vue d'émettre des recommandations pour la formation aux usagers et la conception technique des véhicules. Le travail, piloté par Aurélie Dommès, est réalisé en collaboration avec le laboratoire M2S de Rennes.

La troisième (ISAPA), en collaboration avec le Pr. Hiro Ota, président de la Japanese Association of Traffic Psychology, porte sur l'influence sociale et l'auto-estimation des capacités chez les piétons âgés en situation de traversée de rue, en vue d'émettre des recommandations sur des campagnes de sensibilisation et des programmes de formation des usagers concernés en s'inspirant des méthodes éprouvées sur les conducteurs âgés au Japon.

Une convention d'étude Dir Nord - Ifsttar de 2 ans porte sur le calcul d'indicateurs de congestion routière sur les voies rapides de l'agglomération Lilloise et se décline suivant 4 volets : évaluation socio-économique de la régulation dynamique de la A25, calibrage des données FCD avec des données boucles, mesure et indicateurs de la congestion routière, à partir de boucles seules, ou de données boucles croisées avec des données FCD, enfin communication et accompagnement. Dans cette tâche d'accompagnement les méthodologies mises en œuvre sont détaillées dans les livrables et des actions de formation sont prévues : 4 jours de formation aux techniciens sur l'évaluation multi-critères et le calcul des indicateurs de trafic. La production de fiches mnémotechniques pour utilisation des données fixes ou FCD et le soutien à la communication complètent le dispositif de partage de compétences.

*Discours de Michel Lalande, préfet de région Hauts de France, aux assises de la mobilité de la MEL Vendredi 22 mai 2018 : ... poursuivre l'équipement des voies rapides pour les doter d'un système de régulation des accès et de modulation des vitesses avec des radars couplés, sur le modèle des premières réalisations déjà conduites sur l'autoroute A 25.*

***Ce programme a permis de gagner 2 minutes 30 sur un trajet de 8 minutes. Ce n'est pas rien.***

*Je me réjouis de l'engagement du Conseil Régional de nous aider dans cette direction pour un montant de 1,5 millions. Un cofinancement de ces opérations à hauteur de 2 millions d'euros par an, nous permettrait de terminer ce programme très concret en 2021 ...*

La généralisation de la régulation d'accès sur la région Île-de-France, pilotée par la DiRIF requiert la contribution de l'Ifsttar au déploiement progressif des contrôleurs d'accès (est, sud-ouest, ouest, nord-est) : stratégie de régulation d'accès coordonnée et évaluation en simulation avec le logiciel MAGISTER, réglage des algorithmes, tests et évaluation utilisant des mesures qui nécessitent un très important travail de nettoyage et de redressement. Les algorithmes résultants se trouvent progressivement implantés sur les VRU d'Ile de France.

## 2 Autres événements ou faits marquants

### International

Le projet de LIA **ASTI** (Advanced Sensing for Transport Infrastructures) s'est amplifié. Il mobilise désormais 4 instituts (IFSTTAR, INRIA, IREA, IMAA) et devrait s'appuyer sur un grand équipement informatique pour stocker et gérer de grandes masses de données, un Petalab (1PB=1000TB). Le projet de LIA avec l'Université de **Bologne** portant sur les simulateurs de déplacement et la gestion du trafic se trouve validé par toute la hiérarchie de l'Université.

Le MOU avec **Poli Milano** a été signé.

Comme contribution aux travaux du FEHRL, on a terminé la Feuille de route **Automated Road**.

Siège : 14-20 bd Newton - Cité Descartes, Champs-sur-Marne - 77447 Marne-la-Vallée Cedex 2

T. +33(0)1 81 66 80 00 – F. +33(0)1 81 66 80 01 – [www.ifsttar.fr](http://www.ifsttar.fr)

Établissement Public à caractère Scientifique et Technologique

On a co-organisé les congrès **RFIAP** et **CFPT** en lien avec l'I-Site Future à Marne la Vallée. Yann Lecun a donné une conférence invitée à l'ESIEE sur l'apprentissage profond. Plus généralement ces congrès ont permis de prendre conscience du rôle croissant du deep learning dans l'imagerie.

L'**INNOV'Day ferroviaire** dédié à l'innovation de rupture le 10 octobre 2018 a réuni une centaine de personnes avec des experts d'Allemagne, de Suisse, du Brésil et de France. Les questionnements ont porté sur la possibilité de l'innovation de rupture en Europe et sur les bonnes pratiques, avec des présentations remarquées de Clip-Air par l'EPFL et du train autonome par le DLR.

On a co-organisé avec ESIEE-Paris le Workshop international Wise-cities-Nano4water, avec une participation américaine et singapourienne.

Trois chercheurs ont obtenu pour la seconde fois le titre de **High-End foreign expert en Chine** et y ont passé un mois (Dominique Gruyer, Olivier Orfila, Jacques Ehrlich).

Le projet de plateforme européenne d'intelligence artificielle **AI4EU**, mené par Thales sur l'intelligence à la demande a été accepté. L'Ifsttar contribuera au sujet mobilité.

Dans le cadre de l'ERC **MAGNUM**, le développement intégrant un module simulation macroscopique multi-réservoirs a été finalisé et les premières validations ont eu lieu sur la ville. Plusieurs sessions de simulation game ont été organisées.

Par ailleurs, dans le cadre des travaux de modélisation data-centrée, des solutions pour la reconstruction d'itinéraires à partir de données de téléphone mobile éparses dans l'espace et dans le temps ont été proposés. Ce travail sera poursuivi dans le cadre d'une thèse.

Le projet H2020 (pilier industrial leadership) **PROTEUS** coordonné par l'IFSTTAR (B. Lebental) a débouché sur des concepts et prototypes testés en ville de laboratoires sur puce centimétriques pour mesurer la qualité de l'eau dans les réseaux notamment (pH, chlore, dureté, turbidité...). Ces sondes 10 fois plus sensibles et 50 fois moins chères que l'état de l'art ont été validées sur la boucle Sense-City. Le projet a engendré deux start-ups. Sense-Hydre s'appuie sur le projet MICAD'O de maturation avec un soutien fort de la SATT Paris-Saclay pour développer ces laboratoires sur puce beaucoup moins coûteux et plus sensibles que les sondes commerciales actuelles. En 2018, B. Lebental assure également la coordination du nouveau projet H2020 **LOTUS** qui fait suite à PROTEUS et vise un pré-déploiement substantiel en Inde. LOTUS vise en particulier à procurer un ressourcement technologique à notre start-up Sense-Hydre en maturation.

L'algorithme **RECIFE-MILP** concrétise l'aboutissement de plusieurs années de recherche sur l'utilisation de modèles à «l'échelle microscopique» pour optimiser le trafic ferroviaire. Aujourd'hui ce type de modèle est adopté par des laboratoires universitaires européens comme celui de TU-Delft, qui développe pourtant une approche concurrente. Les milieux professionnels sont aussi prêts à adopter ce type de modèle comme le montrent les activités des principales sociétés d'études sur l'exploitation ferroviaire, dont SMA (CH) ainsi que le projet en cours avec SNCF réseau sur la gestion des circulations entre les grandes gares et les technicentres.

Le projet européen C-the-Difference, qui a fait l'objet de plusieurs articles dans la presse régionale et nationale, a retenu l'attention de la Ministre des Transports en particulier pour sa fonction **GLOSA** (Green Light Optimised Speed Advice) qui permet de délivrer un conseil de vitesse optimale pour franchir les carrefours au feu vert. Ce service s'est développé en Nouvelle Aquitaine, à Bordeaux, avec les acteurs locaux comme Geoloc Systems, mais aussi à Lyon dans sa version PL. S'utilisant comme une application sur Smartphone, il a fait l'objet de milliers de téléchargements de la part des usagers au quotidien.

Le projet FABRIC a permis d'établir la faisabilité des technologies de recharge sans contact sur route à long terme pour les véhicules légers électriques. Le démonstrateur de 100m de route

prototype à Satory a permis de montrer que l'on peut intégrer des systèmes à induction dans un matériau de chaussées (LAMES) et recharger simultanément plusieurs véhicules à la vitesse de 80km/h en délivrant une puissance de 20kW sans problème de compatibilité électromagnétique (LEOST). Le défaut d'alignement reste le facteur d'influence principal et la montée en TRL suppose de poursuivre les investigations mais le succès des démonstrations réalisées a permis d'initier une suite portée par des industriels de premier plan, projet dans lequel l'Ifsttar se trouve intégré à part entière.

## National

Véritable laboratoire de la ville durable, **Sense-City** a été inauguré le 29 mars 2018. Il va permettre de déployer de façon optimale dans les territoires des réseaux de micro-capteurs afin d'améliorer le pilotage en temps réel des écosystèmes urbains. Il permettra aussi de proposer des aménagements et matériaux de meilleure qualité environnementale.

Plusieurs projets collaboratifs y ont démarré : la ville connectée avec le projet FUI ConnectE-City mené par Vinci-Energies et impliquant Actility, la compréhension fine des performances de la géothermie urbaine avec la société ANTEA, les réseaux d'eau intelligents, le projet PROTEUS avec Aqualabo et d'autres entreprises, l'évaluation de la qualité de l'air avec Ecologic Sense et Ethera, la construction en chanvre.

Le projet de route intelligente par nano-capteurs brevetés NANOASPHALT, porté par B. Lebental et issu de Sense-City, s'est concrétisé par la création de la start-up **ALTAROAD** (6 experts). La start-up optimise avec ses clients technologie, algorithmes et méthodes de mise en oeuvre pour détecter l'empreinte ou le poids d'un véhicule spécifique, piloter la gestion du trafic, identifier les zones de l'infrastructure à entretenir ou détecter rapidement les situations à risque (verglas, contresens, décalage de véhicule autonome). ALTAROAD est lauréat du Grand prix i-LAB 2018, concours très compétitif de la BPI qui récompense les créations d'entreprises de technologies innovantes les plus prometteuses.

La **Société du Grand Paris** a confié au CEREMA et à l'IFSTTAR une mission d'assistance technique et d'**expertise structurelle** pour la réalisation de la **gare de la Défense**, sur la ligne 15 Ouest du **Grand Paris Express**. Dans ce cadre, en complément des calculs réalisés par la maîtrise d'oeuvre, une modélisation numérique du transfert de charge des poteaux de la « gare fantôme » existante vers un ensemble de fondations sur micropieux ont été effectués avec CESAR.

Le projet **NAVWAY** se trouve désormais inscrit dans l'agenda politique post NDDLandes autour d'un consortium et se décline en plusieurs volets, en particulier un projet de navette de Neustrie à l'aéroport de Bouguenais et une réplique R&D à l'Ifsttar pour en lever les principaux verrous autour du positionnement et de l'énergie.

**Transdev** a choisi l'IFSTTAR parmi les concurrents français et étrangers pour le transfert technologique d'outils de reconstruction temps réel de l'environnement véhicule grâce à des flux d'images.

**Sinetic**, avec ESI, Renault, a permis le développement d'une plate-forme multi-niveaux pour le test et l'évaluation des ADAS qui mobilise NS3, RTMaps, Sivic. Le test immersif avec casque de Réalité Virtuelle crée de faux obstacles sur de vraies routes. Ainsi on peut simuler les COM, les groupes de véhicules, calculer un indice de risque.

Le protocole IFSTTAR-CEREMA, indépendant des technologies propriétaires, d'évaluation conjointe des marquages et caméras embarquées pour le Véhicule Autonome a été adopté par le

projet FVA (**France véhicule autonome**). Le point de vue, original, fait jouer un rôle symétrique au véhicule et à l'infrastructure. Il ouvre des questions difficiles d'évaluation sur site sachant que des facteurs éminemment variables comme la luminosité ambiante, l'humidité des revêtements ou la météo jouent un rôle prépondérant. L'usure des marquages également mais ici des approches de type maintenance prédictive développées initialement pour les voies ferrées sont mises à profit (thèse de Maxime Redondin).

## Structuration

La convention INRIA-IFSTTAR portant sur l'équipe projet commune **I4S** (Inference for Structures) a été renouvelée. Aujourd'hui I4S se trouve complètement intégré à SII et en constitue une équipe.

Le démarrage de **FUTURE** a suscité un engouement très important à COSYS où l'on note une très forte mobilisation sur les AAP de FUTURE et les actions démonstrateurs avec le dépôt de nombreux projets financés, Ecoquartier 3S notamment, Nano4Water, Capteurs, Andre, Western, Urban vision, sans compter Wise-Cities et une participation significative à Crisis Lab.

L'accord-cadre **SNCF-Réseau**, enfin signé, a vu le démarrage de plusieurs fiches action directement liées à la sécurité de l'exploitation.

**SHM-France**, que l'on a organisé, a vu sa 1ère édition mars 2018, avec 120 personnes à Saclay. Il s'agit de structurer une filière SHM (contrôle de santé).

## 3 Bilan scientifique par axe du COP

### Axe 1

Les études statistiques existantes sur les accidents/incidents aux passages à niveau (PN) présentent certaines limites. Les facteurs et paramètres pris en compte sont très souvent loin d'être exhaustifs. De surcroît, certains éléments, qui peuvent potentiellement influencer le niveau du risque, ne sont pas pris en compte. L'objectif du projet **MORIPAN** était de mener une étude approfondie sur l'analyse de risque aux PN qui mette en évidence les différents mécanismes d'accident, pour ensuite développer une méthodologie générique qui permettrait l'évaluation du risque aux PN de manière mesurable, et de quantifier l'impact induit par des mesures de sécurisation du PN. Ce projet a permis de concevoir un modèle de risque paramétrable pour évaluer le niveau de risque global d'un PN en fonction d'un certain nombre de paramètres relatifs au PN. Outre SNCF Réseau, le gestionnaire de l'infrastructure, ces résultats seront aussi exploités par l'établissement EPSF en charge de la sécurité ferroviaire du réseau national pour faire évoluer son choix initial de PN à sécuriser.

Le projet **NetiRail** s'est traduit par trois résultats majeurs :

- L'analyse de la fiabilité, disponibilité, maintenabilité et sécurité (FDMS) des aiguillages et jonctions,
- L'application de la technique LEAN pour l'infrastructure ferroviaire fondée sur l'analyse FDMS avec pour cas d'étude les aiguillages et jonctions,
- La définition d'un métamodèle de données pour l'intégration et l'exploitation des informations fournies par les capteurs des systèmes de monitoring développés dans le cadre du projet.



Les travaux menés par Lucile Brethomé (doctorante CIFRE SNCF I&R) intitulés «**Passenger-oriented modelling and optimization** of the railway transportation plan in a mass transit system» ont permis d'analyser des données de mobilité afin d'en extraire la demande puis d'élaborer un outil d'aide à la décision fondé sur une méthode d'optimisation multi-objectif qui intègre les deux premières phases de construction du plan de transport : la définition de la desserte des trains et la définition des horaires des trains. Cette approche apporte une **amélioration notable du confort des passagers**.

Le modèle de trafic générique GSOM (generic second order modelling) intégré dans la plateforme MAGISTER a été utilisé dans le projet DIRIF sur le contrôle des accès aux voies rapides urbaines, avec notamment les travaux de thèse de A Khelifi sur les intersections, un problème difficile et important : le Comité des modélisateurs de l'Île de France a identifié la modélisation des intersections comme un des verrous à surmonter par le futur modèle de transports franciliens. Depuis 2017 l'équipe développe une version complètement multimodale du modèle GSOM qui distingue **deux flux : passagers et véhicules**. L'intérêt est de pouvoir représenter de façon aisée les modes combinés, le remplissage différencié des véhicules partagés ou non, l'attente réelle des passagers entre deux modes de transport, la multimodalité routière et les systèmes de transports complexes (**mobilité à la demande**, flux mixtes mélangeant : véhicules autonomes, **véhicules partagés**, véhicules connectés, véhicules ordinaires). Le modèle se prête bien à la description de l'intermodalité et de la congestion et/ou de l'attente passagers. Il se prête bien également au traitement de la gestion de systèmes multimodaux. Des premières applications ont concerné la gestion des TC ferrés automatisés (gestion d'incidents, gestion par intervalles).

Une modélisation semi-analytique, fondée sur les algèbres (min,+) est également en cours de développement pour les systèmes TC, notamment dans le cadre d'une thèse CIFRE RATP. La modélisation (min,+) permet de construire des simulations événementielles des systèmes modélisés et de développer des algorithmes efficaces de gestion de ces systèmes. Les premiers travaux concernent, au plan théorique, les relations entre demande voyageurs, dimensionnement du système, régularité des trains et temps d'attente et d'échange, et au niveau applicatif la **gestion optimale des fourches** (ligne 13 du métro parisien par exemple) et la régulation d'intervalles. Il s'agit d'éviter la congestion de trains, i.e. les rafales, ainsi que la congestion des voyageurs. A terme il s'agit de disposer d'outils pour la modélisation, la simulation et la gestion des nouveaux systèmes de transport.

Des méthodes et algorithmes pour l'**évaluation rapide** (quasi temps réel) **des vulnérabilités** des réseaux routiers à large échelle ont été développés. Ils sous-tendent de futures stratégies de gestion météo-sensible des réseaux.

Des travaux sur la conduite en peloton des poids lourds (truck platooning) ont permis l'élaboration de **stratégies de composition et de décomposition de pelotons**. Ces travaux se sont enrichis très récemment des analyses de leur impacts sur le trafic et sur la consommation.

Dans le cadre du projet ANR **Cyclope** : la thèse d'Hussein Srouf a permis d'améliorer la surface équivalente radar donc le **pouvoir réfléchissant** d'un objet embarqué sur **vélo** pour une détection par les bus. Ceci par association d'un dièdre et d'un motif réfléchissants à base de métamatériaux.

La thèse de Lucas Rivoirard propose un modèle d'organisation des communications de véhicule à véhicule (**V2V**), Chain-Branch-Leaf (CBL), pour créer et maintenir une structure supportant les échanges proches, entre véhicules voisins, et lointains à travers le trafic. L'originalité de CBL, qui ne requière que la seule connaissance du voisinage à un saut et peut s'intégrer à tout protocole

de routage, est de fonctionner en l'absence ou défaillance d'infrastructure et de service global de localisation.

Les travaux de thèse de Ni Zhu ont montré que la combinaison de la caractérisation d'erreurs de mesure GNSS d'une part, et de techniques de détection et d'exclusion des défauts (FDE) d'autre part, permet d'**améliorer les performances** en termes d'intégrité (99,8% du temps) et de précision (gain d'un facteur 2) d'une **solution GNSS** bas coût en environnement urbain. Comparativement à une solution par moindres carrés classique, la précision médiane est divisée par 2 lorsque le modèle de pondération hybride proposé est appliqué (2,3m au lieu de 5,6m sans pondération).

Grâce au dispositif de mesures 3D **Luxondes** il est possible de cartographier en 3D en quelques secondes le rayonnement du champ électromagnétique présent dans des milieux confinés (intérieur d'un véhicule, avion, train). Ceci à l'aide d'un capteur miniaturisé connectable sur **téléphone portable**, adaptable aux autres capteurs spécifiques (capteur Effet Hall pour cartographier les émissions des transformateurs, capteurs audio, capteurs optiques). D'où un gain en temps de mesure et en moyens d'essais, l'outil simple d'aide à la pré-qualification évite de ramener l'équipement à tester dans un laboratoire spécialisé.

Par ailleurs, une version permet de détecter les champs EM **transitoires rapides dans les composants**, et donc les chemins de fuite EM en cas de micro-incident, ce qui fournit une aide à leur fiabilisation.

Dans le cadre du projet **Safe4Rail** du programme Shift2rail on a développé une **plateforme d'émulation et de simulation d'un réseau LTE** pour l'évaluation des communications Train-sol pour le réseau embarqué sans fil TCMS (Train Control Monitoring System). Cette plateforme émule des stations de base LTE (NodeB) et des utilisateurs LTE (eNodeB) afin d'évaluer les performances. Elle est fondée sur l'utilisation d'OpenAir Interface et d'un émulateur de réseau à évènement discret Riverbed modeler. La réunion finale du projet a eu lieu le 26/09 à Paris.

On a produit des recommandations pour la conception de dispositifs d'**aide à la navigation pas-à-pas** pour les **personnes âgées**. En particulier, on a montré que les modalités visuelles et auditives d'information sont à la fois efficaces et appréciées.

Pour reconstruire l'environnement 3D par stéréoscopie on a dérivé des indices de confiance sur l'information de profondeur reconstruite à partir de 2 images et montré que la prise en compte de ces indices améliore la **reconstruction stéréoscopique**, utile aux ADAS et **Véhicules Automatisés**.

Dans le domaine de la **traction électrique** et des actionneurs pour l'aéronautique, le projet **MEGAN** a permis de caractériser les défauts des composants HEMT à base d'hétéro-jonction **GaN/AlGaN** du CEA-LETI et de les comparer aux versions commercialisées. L'étude du poids relatif entre les pièges de surface et les pièges d'oxygène dans la barrière AlGaN des MOS-HEMT normally-on en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/AlGaN/GaN réalisés par le CEA-LETI et la mise en évidence d'une dégradation par électrons chauds consécutive à du vieillissement de type "power cycling" en mode DC sont originales.

Avec **MERCE**, on a par ailleurs obtenu deux résultats 1ers du genre.

La vérification des règles de Palmgren-Miner sur le **cumul de dégradation des modules semi-conducteurs de puissance**, à l'issue de trois années d'expérimentation avec des modules adaptés à la séparation des modes de dégradation. On a démontré que seul l'état de dégradation comptait à un instant donné pour prévoir la durée de vie restante d'un composant et qu'il n'était pas nécessaire de connaître l'historique des dégradations.

Par ailleurs, on a montré expérimentalement la pertinence de tests de durée de vie sous faible contrainte avec des cycles ultra-courts.

Ces avancées majeures présentent un fort potentiel de valorisation.

Le projet **E-Way** s'inscrit dans l'ambition globale de développement durable du CPIER « Vallée de la Seine » en vue de « développer des synergies entre acteurs du périmètre de référence (Régions = Normandie et Ile de France) et de tirer le meilleur parti économique et environnemental de ce territoire ». Il s'inscrit dans l'Axe 2 (transition vers des solutions durables pour le transport de personnes et de marchandises) de l'Appel à manifestation d'intérêt « Transition écologique et valorisation économique ». Impliquant de nombreux partenaires industriels et académiques il vise à concevoir et mettre en œuvre des solutions globales et en rupture permettant d'accélérer le déploiement d'une mobilité écologique, sans les contraintes (notamment liées aux problèmes d'autonomie réels ou perçus) et économiquement viables, en démarrant par les flottes de véhicules lourds dans le contexte urbain et péri-urbain (logistique urbaine, transport en commun), grâce à des approches de recharge par biberonnage statique ou semi-statique, qu'interurbain (corridors électriques), grâce à un transfert d'énergie au roulage, par des technologies inductives ou conductives. En particulier, des travaux portant sur un tel corridor électrique ont mis en évidence à la fois l'intérêt mais aussi les difficultés d'un tel déploiement, sur le plan technique, économique et organisationnel (acteurs).

L'enjeu technique est important car il s'agit de mettre en œuvre une nouvelle filière industrielle. La preuve conceptuelle d'un tel système a débouché sur une feuille de route R&D ambitieuse 2018-2014.

Des perspectives de maquette numérique et de démonstrateur embarqué pour préciser les modèles de dimensionnement ont été proposées au Préfet en charge du CPIER Vallée de Seine (VdS).

### **Expertises :**

Expertise pour NOCRATES sur l'algorithmie pour le transport à la demande (avec intégration des solutions proposées dans le logiciel viacitis).

Pour Certifier, on note principalement

- «Architecture Clearsy» informatique de sécurité système qui commande de manière déportée des dispositifs critiques, e.g. ouverture porte, freinage (i.e. pas du pilotage e.g. CBTC)
- «Odométrie Siemens»,
- «CBTC générique Siemens »
- «Contrôle de vitesse Alstom»

### **Axe 2**

La **Société du Grand Paris** a confié à l'IFSTTAR le conseil scientifique d'une thèse qui porte sur l'instrumentation des gares par fibres optiques. On a procédé à l'instrumentation de la station Pont de Sèvres de la ligne 15 du GPE dans le cadre du contrat.

Pour le creusement des tunnels peu profonds, on a développé une **modélisation** originale avec CESAR du **procédé de réduction des tassements** au moyen d'injections réalisées à partir des tubes de la voute, appelé « présoutènement actif » en justifiant des hypothèses qui simplifient la réalisation pratique des études numériques.

le projet **EMODI** qui s'inscrit dans le Domaine stratégique « Energies Marines Renouvelables » contribue à lever des verrous identifiés dans la feuille de route des EMR, tels que le raccordement

des parcs EMR qui figure parmi les priorités européennes. On a créé un banc de fatigue dédié aux câbles sous tension, instrumentés par fibre optique et par nano-composites conducteurs. Les capteurs insérés à cœur servent à caler une modélisation analytique qui, à terme, permettra l'inspection avant mise en mer des câbles, sur la base d'une compréhension fine des couplages électro-thermo-mécaniques, un endommagement mécanique créant des singularités thermiques et de conductivité. Le but est ainsi de localiser et de juger du caractère pénalisant des défauts préalablement à l'installation très onéreuse de ces structures, un défaut sans danger pour la santé structurelle du câble pouvant dégrader de façon très significative la capacité de ce câble à transmettre la puissance électrique.

Le travail de thèse de Nicolas Le Touz a conduit à l'étude et au développement d'un modèle multiphysique (diffusion de la chaleur avec ou sans changement d'état, convection hydraulique et équation de transfert radiatif), par la méthode des éléments finis, appliqué au concept de **Route Solaire Hybride**, améliorant ainsi les modèles simplifiés ayant permis de concevoir et réaliser la maquette RoSHy exposée lors de la COP 21. Ce modèle a été appliqué à un jeu de données météorologiques annuelles pour différentes villes de France, afin de cartographier l'efficacité énergétique de ces structures en fonction de leur localisation géographique (*i.e.* climatique). Dans l'esprit des travaux conduits à l'IFSTTAR sur l'optimisation énergétique des bâtiments, une loi de commande pour la route solaire hybride a été conçue et réalisée. Cette approche a été étendue aux dispositifs de mise hors gel par solution électrique et aux solutions incorporant une circulation de fluide caloporteur dans un échangeur tubulaire intégré dans la couche de base d'une chaussée. Une attention particulière a été apportée au choix des grandeurs à contrôler et a conduit à proposer une stratégie de contrôle sur la température de givrage en condition hivernales, autorisant ainsi des gains significatifs en terme d'économie d'énergie pour certaines zones climatiques.

On a déposé en 2018 la toolbox RoSHy développée dans le cadre de la thèse de Nicolas Le Touz.

Sur financement par le Danish Innovations Fund (bourse du gouvernement danois) pour le transfert à l'industrie, on a transféré le calcul d'incertitude pour les déformées modales et indicateurs modaux dans le logiciel ARTeMIS chez notre partenaire industriel SVS, Danemark.

Le chauffage de voie métro **NEOVAL** (SIEMENS) a donné lieu à des essais réalisés en conditions hivernales qui ont permis d'établir une première solution d'instrumentation et de valider la modélisation thermique de la voie. L'analyse des mesures a permis de proposer un modèle de compression des données réduisant l'envoi de l'état du profil de température en surface à la transmission de quelques valeurs scalaires. Une instrumentation complémentaire a été conçue et mise en oeuvre sur site d'essais. Elle fait l'objet de développements complémentaires qui permettront de tester des lois de commande du chauffage en situation réelle.

Le logiciel C2IR, déposé en 2017, intègre maintenant une interface Web et fait l'objet de tests de déploiement et fonctionnement en situation réelle. En parallèle, une convention pour l'exploitation des droits est en cours de traitement par les services de valorisation de l'IFSTTAR et d'Inria.

### Axe 3

Voir faits marquants : Sense-City, PROTEUS.

# 3 Projet COSYS 2019-2024

## 1 Stratégie globale

Conformément à l'ADN du département, cette stratégie vise à favoriser l'excellence, le travail en réseau, la relation intime avec le monde économique (recherche-innovation-développement), à travers un cadrage lisible propre à simplifier la génération des concepts et outils qui formeront la production du département.

Le projet scientifique actuel du département repose sur quatre thématiques en réponse aux forts enjeux sociétaux et économiques visés. Ils visent notamment le soutien au déploiement du véhicule automatisé et des nouveaux services de mobilité, les solutions énergie-climat, l'articulation ville transport et santé, sans oublier la sûreté et la sécurité.

Dans un souci de continuité nécessaire à la poursuite d'efforts dans la durée, on changera très peu le cadre général mais on mettra l'accent sur les questions propres à faciliter le déploiement du **véhicule automatisé** ou à conduite déléguée, mais aussi sur la **mobilité internalisant sa dimension énergétique**.

Ce projet s'inscrit en continuité du projet en cours. La structuration actuelle du département a démontré son efficacité : les thématiques avec leurs contours actuels, fonctionnent globalement bien, tout en permettant les échanges et le développement d'activités de recherche inter-laboratoires. Cette situation favorable nous a donc amené à ne pas remettre en cause la structuration générale du département tout en apportant quelques amendements qui permettent un meilleur alignement sur les enjeux de notre époque.

Par contre les contenus des thématiques affichent une évolution claire pour mieux accompagner la transition digitale et écologique de la mobilité et de la ville.

Ce qui suit développe l'évolution stratégique, les contenus des thématiques, les opportunités liées à FUTURE et à la recherche-action, ainsi que la dimension partenariale.

Il met en avant un alignement plus fort qu'auparavant des macro-sujets avec les enjeux sociétaux, soutenant le déploiement du **véhicule et du train autonomes et des nouveaux services de mobilité** avec la simulation des déplacements à toutes les échelles (effets des nouveaux véhicules sur le trafic et sa régulation, interactions entre les usagers, les véhicules et leur environnement, couplage multiphysique), l'usage intelligent des grandes masses de données, le pilotage de la mobilité qui peut en résulter mais aussi le monitoring des territoires et l'intégration énergétique des systèmes de transport, exploitant l'IoT, la simulation, le génie logiciel et l'automatique.

Les questions de recherche sur le véhicule automatisé se trouvent aujourd'hui au confluent d'une demande croisée des pouvoirs publics qui doivent veiller à la sécurité et à l'efficacité globale, des opérateurs de transport qui souhaitent développer des offres innovantes de mobilité sur les territoires et des industriels qui, de constructeurs deviennent créateurs d'offres globales de mobilité, notamment à travers des manœuvres capitalistiques d'envergure. Le véhicule automatisé alimentera l'internet des voitures comme cas particulier de l'internet des objets. Ses conséquences sur la mobilité ne peuvent aujourd'hui s'appréhender que par le biais d'une simulation massive portant sur les effets des nouveaux véhicules sur le trafic et sa régulation, les interactions entre les usagers, les véhicules et leur environnement ou le couplage multiphysique débouchant sur une quantification des émissions et donc de la qualité de l'air. Il s'agit aussi d'aider à la gestion de l'espace public en explorant de nouveaux modes de pilotage au moins partiellement collectif des véhicules, pour mieux gérer les réseaux et notamment les intersections en ville, mieux définir et piloter la desserte des milieux ruraux.

L'IFSTTAR a évidemment vocation à s'investir massivement dans ces questions d'avenir. La montée en urgence de ces questions a conduit COSYS à mettre l'accent sur ce sujet : en témoignent l'orientation nouvelle de cinq laboratoires du département (LEPSIS, ESTAS, LEOST,

SII, ERENA, en plus du LIVIC, du LICIT et du GRETTIA), la mobilisation de deux personnes sur l'aide aux politiques publiques (APP) avec un affichage clair dans l'organigramme (noter la forte visibilité internationale de cet APP en 2017), la participation volontariste au plan NFI (Nouvelle France Industrielle) « Véhicule autonome » et aux échanges avec l'ASSHTO et le US DoT, aux Etats-Unis, l'accélération du processus de partenariat académique (LIVEH et QUT) et de la participation à des projets européens H2020.

Il s'agira aussi d'accélérer la montée en connaissance sur le comportement des matériaux à grand gap pour l'électromobilité, de mesurer finement la qualité de l'air en ville et de l'améliorer, d'inventer et de piloter des smart grids qui mettent en interaction le transport et le bâti, de réguler le trafic en fonction de la météo et plus généralement de développer une interaction plus forte de nos questionnements avec la météo qu'il s'agisse du métabolisme urbain (Sense-City) ou de la gestion des réseaux.

Il semble également pertinent de comprendre comment faire un usage des grandes masses de données pour le pilotage de la mobilité, l'aide aux opérateurs aux AOT, aux usagers mais aussi pour la co-construction des usages.

Enfin, l'usage généralisé des drones pour la gestion de la mobilité et le monitoring dense des territoires, tout comme l'opportunité de l'IoT pour le contrôle *in situ* des systèmes critiques pour la sécurité ou la qualité du service rendu interpellent le département COSYS compte tenu de l'évolution rapide des technologies et de leur coût.

Dans tous les cas, la transition digitale mobilisera le département dans sa connaissance des métiers et dans sa relation au monde physique, au terrain. C'est sur cette frange critique que le ticket d'entrée pour de nouveaux entrants reste le plus élevé et que, corrélativement, nos start-ups qui réussissent se sont positionnées.

Dans le domaine de l'IoT par exemple, une étude du BCG<sup>1</sup> montre que les domaines à fort potentiel incluent la Maintenance Prédictive, le smart metering, la gestion de flottes et la mobilité coopérative, domaines où COSYS tente d'apporter des idées nouvelles.

Cette intelligence à renouveler au service de la mobilité et de la ville de demain, on l'appellera l'**intelligence artésienne** (voir figure 1), car elle se nourrit d'un rapport fécond à la terre et aux hommes qui l'habitent, la recherche du département s'appuyant sur des laboratoires et des plates-formes de test mais aussi sur des humains pour tout ce qui concerne la co-création des services liés à l'information voyageur ou l'émergence des comportements à l'aide des simulateurs de mobilité.

Coeur d'institut, adossement aux plates-formes, international, Future.

---

1. Winning in IoT : It's All About the Business Processes - <https://on.bcg.com/2unDt7Z>.

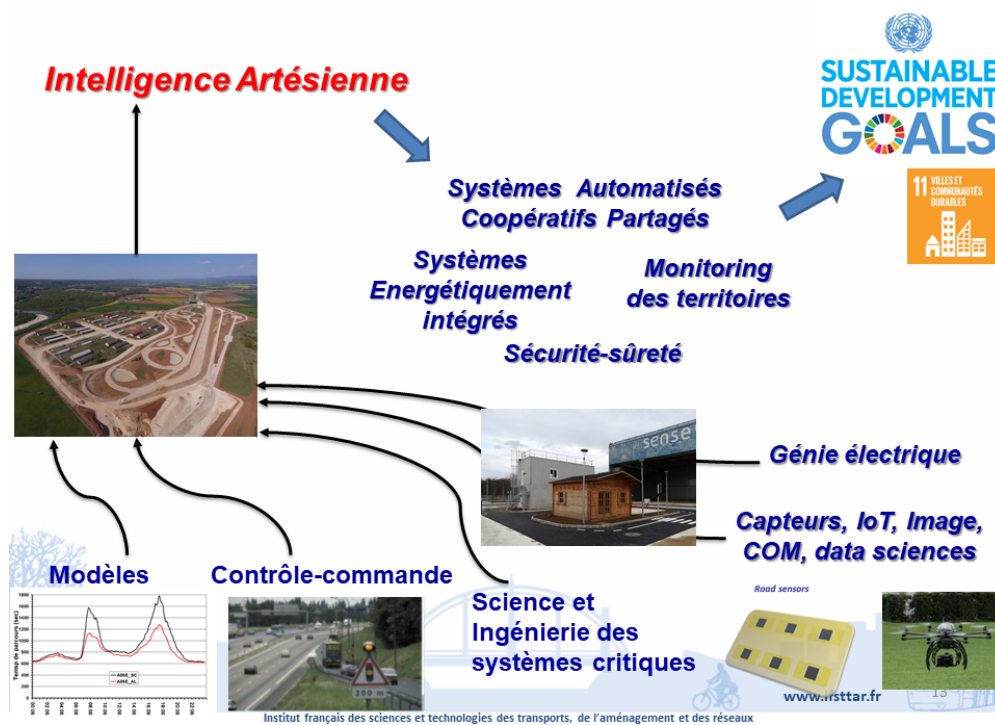


FIGURE 1 – L'intelligence artésienne au service de la mobilité et de la ville de demain

## 4 Programme année 2019

Au-delà des actions contractuelles engagées, le programme 2019 favorisera le démarrage effectif du projet de département tel que présenté à l'HCERES.

### 1 Manifestations scientifiques

L'IFSTTAR coorganise le 30ème congrès sur le véhicule intelligent, **IV2019**, avec l'Ecole des Mines (A. de la Fortelle) ainsi que l'International Conference on Reliability, Safety and Security of Railway Systems (**RSSR 2019**) à Lille qui réunit des chercheurs et experts internationaux sur la sûreté de fonctionnement et la sécurité des dispositifs critiques du système ferroviaire.

Un INNOV'Day ferroviaire est en cours de maturation pour 2019.

On co-organisera avec le CEREMA la biennale des territoires sur la résilience (Nouvelles mobilités) en mars 2019.

### 2 Projets de recherche

#### IA

Le projet AI4EU devrait démarrer. Piloté par Thalès, il s'inscrit dans le programme "ICT-26 : Artificial intelligence : Building a European AI on-demand platform". L'Ifsttar est associé sur les questions de mobilité. L'enjeu de cette plate-forme U est de faire face aux GAFA.

## Véhicule et train automatisé

De nombreux projets ont été soumis ou sont en cours de préparation.

L'AMI EVRA sur l'expérimentation des véhicules automatisés déchaîne l'intérêt des acteurs. L'IFSTTAR se trouve impliqué de façon significative dans SAM, coordonne (TS2) ENA (auquel COSYS participe) et participe au projet d'expérimentation véhicules industriels en Nouvelle Aquitaine (COSYS aide à monter le projet).

On mettra la dernière main à la définition du projet NavWAY dans sa version R&D et on tentera son démarrage.

On coordonne le nouveau projet européen **Emulradio4RAIL** (EMULATION OF RADIO ACCESS TECHNOLOGIES FOR RAILWAY COMMUNICATIONS) qui vise à comprendre comment tirer le meilleur parti de systèmes multiples et hétérogènes de communication au sol et embarqués.

Le projet Railenium «Télé-Conduite Rail» (TC-Rail) avait pour objectif de réaliser une analyse préliminaire des risques (APR) liée à ce type de conduite d'engins. Il permet de mieux cerner l'impact de la téléconduite dans les gestes métier et les effets de perception multifactorielle.

On sera impliqué les deux projets SNCF-Railenium de train autonome (TA), sur la traçabilité des exigences du TA fret et sur la démonstration de sécurité TA voyageurs.

Shift2Rail déroule une suite de projets auxquels on participe à travers Railenium :

- X2RAIL-1 WP6, «Zero test on site» sur la réalisation du maximum de tests de constituants ERTMS dans un environnement de simulation plutôt que sur site réel.
- X2RAIL-2 WP5 «Formal methods », sur l'utilisation des méthodes de preuve et d'analyse formelles de composants logiciels,
- X2RAIL-2 WP4 «Train Integrity», sur la démonstration de sécurité des méthodes de test de l'intégrité d'un train lorsque cette fonction ne sera plus assurée par des composants de l'infrastructure (e.g. les circuits de voie) comme le prévoit la norme de signalisation européenne ERTMS de niveau 3.
- X2RAIL-2 WP6 «Enhancing Traffic Management System functions» sur les nouvelles méthodes d'exploitation liées au déploiement d'innovations comme le canton mobile ou les attelages virtuels.

Avec Ease et pour SNCF-Mobilité en Pays de la Loire on étudiera le déploiement d'une ligne de transport avec des navettes routières autonomes en site propre sur une ancienne ligne de fret. Notre contribution portera sur le développement d'un algorithme d'affectation en temps réel des navettes en fonction de la demande durant les heures creuses avec des contraintes de qualité de service.

Un projet intitulé LIERE «Liaison Ingetime Et Recife» avec société RailConcept va démarrer fin 2018 sur l'utilisation de RECIFE-MILP dans le cadre des études réalisées avec l'outil IngeTime développé par RailConcept et qui est utilisé pour des études de conception d'horaires.

Le projet européen SECREDAS - CyberSécurité pour le Systèmes Automatisés fiables. L'objectif est de développer et de valider des méthodologies d'architecture multi-domaines combinant une protection de haute sécurité et une protection de la vie privée tout en préservant la sécurité fonctionnelle et la performance opérationnelle. Notre contribution se situe au niveau du "Radar 5G". Il s'agit de concevoir de nouvelles formes d'ondes afin de combiner les fonctions radar et communications au sein du même dispositif.

L'objectif du projet ERSAT GGC est de définir et de développer des moyens pour valider l'utilisation d'un système de localisation aidé du GNSS au sein d'ERTMS en utilisant le concept de



balise virtuelle. L'objectif final est de guider la certification de la solution issue du projet passé ERSAT (architecture développée depuis plusieurs années par Ansaldo et installée sur une ligne en Sardaigne).

## **Mobilité urbaine**

BIKAIR propose une manière innovante, robuste de cartographier en temps réel et de prédire la qualité de l'air à l'échelle des citoyens à des fins de santé environnementale à l'aide de capteurs embarqués (ou pas) sur vélos ou autres objets roulants, massivement répartis, et de modèles de transport-diffusion, sujet au cœur du programme scientifique de Sense-City. Il s'agit donc d'aider à une mobilité douce et largement coopérative, tout en préservant la santé des individus. Cette avancée majeure, si elle se concrétise rapidement par une offre de service Premium de type cartographie détaillée et précise, avec indice d'intégrité (de confiance) et aussi assistance intelligente des vélos électriques pourrait se déployer d'une façon virale notamment dans les pays très fortement pollués et congestionnés. Le projet implique Estaca, avec un financement de la SATT IdF Innov en vue de créer une start-up, dès que possible en 2019.

Dans le cadre du projet ORNISIM, la MAIF demande à mieux comprendre les comportements des usagers de ORNI pour mieux prévenir (prévention des risques) les autres usagers. Une expérimentation campus est prévue.

On mènera par ailleurs un expérimentation de la plate-forme Claire-Siti à Rennes sur fonds propres.

DRIEA : on interviendra à 2 niveaux sur le simulateur régional de trafic : équilibre macroscopique et modèles dynamiques pour la route.

CISMOP s'intègre au projet tremplin (AME, voir CB) comme projet de FUTURE.

## **Monitoring des territoires**

Démarrera le projet Européen **LOTUS**, que l'on coordonne en tierce partie de l'École polytechnique, en plus de considérer des analytes additionnels, évalue le potentiel de la technologie issue du projet PROTEUS pour l'eau potable (y compris détection indirecte de bactéries) et la réutilisation agricole (y compris métaux lourds, pesticides et engrais) en Inde. La PI sur le capteur sera partagée entre l'UE et l'Inde en vue d'une future production et commercialisation en Inde.

Plusieurs projets structurants vont mobiliser largement le département : La plate-forme **Sense-City** s'enrichira d'une miniville 2, dédiée à la route et à la végétation principalement ; on fera évoluer la mini-ville 1 avec le smart grid E-Birdy et la maison en chanvre. La mise en place et le rodage de procédures pour répondre de façon agile, maîtrisée et systématique aux communautés professionnelles ainsi que la mise en place de la cellule de validation quantitative des capteurs de gaz devraient faciliter le développement de l'activité.

En lien direct avec FUTURE on donnera corps à l'initiative Green-Nanotechs qui vise à fédérer, mettre en visibilité les forces en présence sur les capteurs pour la ville et l'environnement, au sens très large, pour en doper l'attractivité.

Le projet Tremplin **Crisis lab** sollicite notre compétence en matière de reconstruction rapide de l'état local du trafic au moment d'un accident de la route pour mieux prendre en charge les blessés.

On copilote le futur projet TREMPLIN **Wise-Cities**, en phase de consolidation dans ses attendus. Le projet pourrait cibler la question de la géothermie urbaine généralisée, son efficacité et ses impacts sur la bio-diversité.

On copilote et on va lancer les projets *Impulsion* **CAPTEUR** et **Nano4Water** sur les nanocapteurs de gaz ou de qualité de l'eau, avec un aspect dépollution, **WESTERN** (Wireless Sensor Networks for the Structural Health Monitoring of Urban Infrastructures in the context of water damage) qui porte sur le développement de dispositifs de mesure à faible consommation d'énergie, **ANDRE** (sur le monitoring thermique des bâtiments), **Urban Vision**.

Enfin, on a monté un projet de recherche-action avec Eiffage, doté d'un budget global de 2M de fonctionnement-investissement-CDD. L'objectif du projet est de construire un démonstrateur innovant d'**Ecoquartier 3S** ("Sobre, Smart, Secure") d'une surface d'environ 20 ha, à Chatenay-Malabry sur l'ancien site de l'Ecole Centrale. Cet écoquartier devra atteindre l'exemplarité en termes de développement urbain durable. La SEMOP de Chatenay-Malabry constituée avec Eiffage et dédiée à l'aménagement de ce nouveau quartier attend de FUTURE une aide pour concevoir, réaliser et monitorer les différentes « briques » constituant l'écoquartier à développer. Les réunions entre la SEMOP et l'I-SITE ont permis de déterminer 7 ateliers constituant les briques techniques du démonstrateur pour lesquelles les 2 parties ont convenu de se mobiliser. COSYS interviendra sur 5 d'entre eux, la gestion de l'eau, le chantier dans la ville avec la start-up Altaroad, les nouveaux services de mobilité (automatisée, partagée, coopérative), la voirie à fonctionnalités augmentées, l'analyse des usages et le big data.

Dans le domaine des infrastructures, le renforcement des liens avec le CEA-LIST et Alstom-Rail portera sur les méthodes d'évaluation non-destructives par ultra-sons pour les rails. On s'intéressera en particulier à l'ouverture des fissures au passage des trains, ce qui nécessite une synchronisation très précise des différents capteurs.

### 3 Expertises

À partir de son expertise dans le domaine de l'évaluation de la sécurité des transports guidés urbains, Estas propose de mettre en place un groupe de travail sur le transfert des méthodes de démonstration de la sécurité des transports guidés vers la sécurité des véhicules automatisés.

Dans son rôle de conseil de la Commission intergouvernementale au tunnel sous la Manche, mais aussi du Comité de sécurité, l'expertise d'Estas sera mise à contribution sur deux gros dossiers :

- Le projet de passage de câbles haute tension le long du tunnel. La cohabitation entre une telle liaison et un système ferroviaire est une première mondiale qui nécessite un travail poussé d'analyse des risques et de mise au point de nouvelles procédures d'urgences. Le premier point fera aussi appel à l'expertise du laboratoire Cosys-Leost dans l'analyse des problèmes de compatibilité électromagnétique.
- Le projet de « rénovation à mi-vie » des navettes.

### 4 Outils incitatifs

Démarrage en report des systèmes autonomiques

Le LICIT participe à l'initiative ciblée SICOBAM visant à concevoir et à développer des briques de la chaîne de modélisation intégrant le simulateur de conduite DR2 du LEPSIS, le simulateur de trafic SymuVia et le banc à moteur du LTE.

## 5 International

### LIA

On vise une signature du LIA avec Bologne et du LIA ASTI début 2019. Le LIA avec QUT sur le véhicule automatisé devrait suivre.

### ECTRI

On participera au European railway cluster initiative ECTRI task force.

## 6 Sites et moyens

Plusieurs projets majeurs focaliseront notre attention : l'inscription de Sense-City à l'**ESFRI**, sur invitation, la refondation du site de **Satory**, le démarrage de **Transpolis** comme infrastructure de recherche majeure.