



RAPPORT D'ACTIVITÉ 2016

INSTITUT FRANÇAIS DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
DES TRANSPORTS, DE L'AMÉNAGEMENT ET DES RÉSEAUX



IFSTTAR

ÉDITO _____	3
LA PAROLE À _____	4
Laurent Girou _____	4
Patrick Doucet _____	5
FAITS MARQUANTS ET MANIFESTATIONS _____	6
PRIX ET DISCTINCTIONS 2016 _____	8

SOMMAIRE



L'IFSTTAR DANS SON ENVIRONNEMENT _____ 10

VIE INTERNE _____ 12

RESSOURCES
HUMAINES _____ 13

QUALITÉ _____ 15

DÉMARCHE D'ÉGALITÉ
PROFESSIONNELLE
FEMMES/HOMMES _____ 16

VIE DOCTORALE _____ 17

SCÈNE RÉGIONALE _____ 19

Île-de-France _____ 19

Les Décennies de l'Ifsttar _____ 20

Provence-Alpes-Côte d'Azur _____ 21

Auvergne-Rhône-Alpes _____ 22

Pays de la Loire _____ 23

Hauts-de-France _____ 24

SCÈNE NATIONALE _____ 25

Déploiement du projet S-VRAI
et transfert industriel _____ 25

SCÈNE EUROPÉENNE _____ 26

L'Ifsttar plus visible et mieux entendu à
Bruxelles _____ 26

SCÈNE INTERNATIONALE _____ 27

Une dynamique de partage d'idées
pendant les grands congrès _____ 27

Retour sur la 8^e Conférence
internationale de la Rilem
sur les mécanismes de fissuration
et de décollement des chaussées,
du 7 au 9 juin à la cité des congrès
à Nantes _____ 27

LA VIE SCIENTIFIQUE RECHERCHE/ EXPERTISE _____ 28

Département
Matériaux et structures _____ 30

Département Géotechnique,
environnement, risques
naturels et sciences de la Terre _____ 33

Département
Composants et systèmes _____ 36

Département
Transport, santé, sécurité _____ 40

Département Aménagement,
mobilités et environnement _____ 44

AXE 1
INVENTER
LA MOBILITÉ DURABLE _____ 47

AXE 2
ADAPTER
LES INFRASTRUCTURES _____ 56

AXE 3
MAÎTRISER LES RISQUES
NATURELS ET IMPACTS
ENVIRONNEMENTAUX _____ 63

AXE 4
PENSER
ET AMÉNAGER LES VILLES
ET TERRITOIRES _____ 69
EXPERTISES _____ 75
POLITIQUE ÉDITORIALE _____ 78

LA VALORISATION DE LA RECHERCHE, LES RELATIONS INDUSTRIELLES _____ 80

CIVITEC réalise ses premières ventes
en Asie et en Amérique du Nord _____ 82

TRANSPOLIS engage les premières
expérimentations sur la ville laboratoire
dédiée à la mobilité urbaine et
commercialise avec succès la technologie
APTS® développée par le LBMC _____ 84

CITILOG, société Spin-off
de l'Ifsttar _____ 86

Contrats _____ 87

Brevets _____ 88

Bases de données _____ 90

Certification _____ 92

Start-up _____ 93

LES ANNEXES _____ 94

La gouvernance _____ 94

Dépenses et recettes _____ 96

Implantations des laboratoires _____ 98

Sigles _____ 99

ÉDITO

2016, DE LA CONSOLIDATION À LA PROJECTION VERS L'AVENIR



Hélène Jacquot-Guimbal,
Directrice générale de l'Ifsttar



Jacques Tavernier,
Président du Conseil d'administration

“ Nous avons revisité notre première stratégie scientifique, en faisant des choix, souvent douloureux, mais nécessaires. ”

L'année 2016 nous a permis de faire un point d'étape important dans notre évolution : nous avons été évalués par l'Hcéres, nous avons fait le bilan de notre premier Contrat d'objectifs et de performance, de notre stratégie scientifique (que nous avons amendée), et nous avons négocié notre deuxième contrat avec l'État. Les départements ont continué à produire de la recherche de très bonne qualité, nous avons participé à de nombreux projets d>IDEX ou d'I-Site couronnés de succès, et... pendant ce temps, les services support ont jonglé avec la GBCP (Gestion budgétaire et comptable publique) qui nous a fait bien des frayeurs.

Notre organisation a été jugée positivement par l'évaluation Hcéres de l'établissement, point d'orgue du processus engagé avec les départements les années précédentes. Le haut comité a reconnu le bien-fondé de nos départements, de notre pilotage, de notre politique partenariale, de notre stratégie européenne et internationale mais aussi de nos implications dans les politiques de site.

Sur le plan scientifique, nous avons revisité notre première stratégie scientifique, en faisant des choix, souvent douloureux, mais nécessaires pour que nous restions producteurs de recherche de niveau international malgré la diminution continue de nos effectifs permanents (-12 % en quatre ans).

Nous avons accru notre visibilité par la signature des accords portant sur deux laboratoires internationaux, mais aussi par la fin des événements fédérateurs « les Décennies de l'Ifsttar », commencés à Nantes, Marseille-Salon de Provence et Lyon-Bron en 2015, se continuant à Villeneuve d'Ascq, Versailles-Satory et se terminant à Marne-la-Vallée avec l'inauguration du bâtiment Bienvenue.

Les demandes des médias non spécialisés se font plus nombreuses d'année en année et confirment la reconnaissance de la pertinence de nos sujets qui sont par ailleurs valorisés par des reportages photographiques et des réalisations audiovisuelles et diffusés au travers de notre site Internet.

Dans un contexte économique et budgétaire difficile, notre gestion financière est plus que jamais un enjeu majeur. Malgré tout, nous avons contenu notre budget et nous avons réussi notamment à renforcer notre activité contractuelle de recherche avec la signature de certains contrats emblématiques.

Nous sommes depuis fin 2016 un établissement certifié ISO 9001 sur l'ensemble de nos implantations, challenge risqué et difficile mais obtenu par le travail de chacun qui est un gage de confiance pour nos partenaires.

L'activité en 2016 a été une nouvelle fois très intense comme les années passées, avec la préparation et la signature par les tutelles du deuxième Contrat d'objectifs et de performance 2017-2021. Elle s'est aussi caractérisée par l'aboutissement de projets d'envergure comme la pose de la première pierre de l'Equipex (Équipement d'excellence) Sense-City.

Nous sommes particulièrement fiers de vous présenter ici le bilan d'activité de cette dernière année d'un premier cycle qui s'achève avec la fin du premier Contrat d'objectifs et de performance de l'établissement, même si le regret de n'avoir pas obtenu le label Carnot, un des objectifs de ce contrat, subsiste. Mais l'établissement a déjà rebondi comme il sait bien le faire.

Nous saluons de nouveau tous les agents de l'Ifsttar pour leur implication et les efforts menés dans cette construction collective.

LA PAROLE À



Laurent Girou,
Directeur général d'Eiffage Routes

“ Accélérer
le montage
de projets
de recherche
communs. ”

SUR QUELS PROJETS COMMUNS COLLABORENT EIFFAGE ET L'IFSTTAR ?

Laurent Girou : Démarrée dans les années 1980, notre collaboration a déjà permis de mettre au point de nombreux matériaux et procédés routiers. Initialement orientée sur la recherche de matériaux à hautes performances, notre approche commune s'est ensuite déployée autour du développement durable, avec des process plus économes en ressources et moins émetteurs de gaz à effet de serre. Désormais, un nouveau tournant se dessine dans notre collaboration : l'arrivée des nouvelles technologies numériques qui esquissent la « Route du futur », interactive et communicante. Côté génie civil, une de nos grandes réalisations communes restera l'instrumentation du Viaduc de Millau ; aujourd'hui, nous déployons ensemble le *monitoring* de la ligne ferroviaire grande vitesse Bretagne-Pays de la Loire. Enfin, nous développons aussi de nouveaux bétons fibrés ultra-haute performance et suivons ensemble le comportement mécanique de divers ponts et éoliennes.

EIFFAGE ET L'IFSTTAR ONT RÉCEMMENT SIGNÉ UN CONTRAT-CADRE DE COLLABORATION. QUEL EN EST LE PRINCIPAL OBJECTIF ?

L.G. : Cette nouvelle étape consolide bien sûr notre partenariat historique. Mais ce contrat-cadre va surtout davantage faciliter, multiplier et accélérer le montage de projets de recherche communs dans le domaine des routes, des infrastructures de

génie civil et des ouvrages d'art. Il se déclinera prochainement en contrats de recherche, ou en prestations sur mesure effectuées par l'Ifsttar pour Eiffage : les perspectives en la matière sont nombreuses. Ensemble, nous serons aussi plus forts pour déployer des partenariats scientifiques et industriels et répondre à des appels à projets, français ou européens... Plusieurs d'entre eux, tels que BioRePavation ou Algoroute sont d'ores et déjà engagés pour plusieurs années, tant sur la scène nationale qu'internationale. D'autres suivront prochainement, et intégreront les sujets liés à la « Route du Futur » et à ses nouvelles fonctionnalités.

EN QUOI L'IFSTTAR EST-IL UN PARTENAIRE IMPORTANT ?

L.G. : L'Ifsttar est un partenaire scientifique important et privilégié car il possède des équipes de haut niveau, internationalement reconnues pour leur expertise. De plus, l'institut possède de grands équipements de recherche, tel le manège de fatigue des chaussées ou la mini-ville laboratoire Sense-City, auxquels l'accès sera facilité et valorisé par ce nouveau contrat-cadre de collaboration. De notre côté, nous allons fournir des *living-labs*, des portions de routes ouvertes à la circulation sur lesquelles l'Ifsttar pourra tester et valider de nouvelles technologies innovantes pour la Route de 5^e Génération : capteurs prédictifs, signalisations horizontales « intelligentes » permettant de mieux visualiser la route en conditions dégradées, routes urbaines luttant contre les pollutions sonores et les « îlots de chaleur », etc. Eiffage mettra le premier de ces *living-labs* à disposition de l'Ifsttar sur le secteur de Marne-la-Vallée.



Patrik Doucet,
Doyen de la Faculté
de génie de l'Université
de Sherbrooke (Québec)

“ Un laboratoire international pour
des écomatériaux de construction. ”

QUELS LIENS ENTRETIENT VOTRE UNIVERSITÉ AVEC L'IFSTTAR ?

Patrik Doucet: En juin 2016, l'Université de Sherbrooke et l'Ifsttar ont créé ensemble un Laboratoire international associé (LIA) baptisé « Ecomat ». Objectif : développer des écomatériaux alternatifs pour le béton utilisé dans le bâtiment, les infrastructures de transport et les ouvrages de génie civil. Jusqu'en 2021, Ecomat va faire collaborer une quarantaine de scientifiques du département de génie civil de notre université et du département Matériaux et structures (Mast) de l'Ifsttar. Il y aura aussi des échanges de chercheurs et d'étudiants en cotutelles de thèses et une mutualisation de grands équipements scientifiques. Plus largement, ce LIA renforce et rend encore plus visible la collaboration engagée depuis 2006 entre nos deux institutions. Depuis une dizaine d'années en effet, nos chercheurs travaillent ensemble sur le sujet des bétons : vieillissement, durabilité, valorisation de matériaux alternatifs, etc.

QUELS SONT LES PRINCIPAUX ENJEUX ASSOCIÉS À CES ÉCOMATÉRIAUX ?

P.D. : L'enjeu principal est bien sûr de réduire l'impact environnemental des matériaux de construction, notamment les émissions de gaz à effet de serre générées à leur fabrication. Pour cela, il faut réussir à réutiliser des matériaux voués aux sites d'enfouissement de plus en plus encombrés, à valoriser des produits locaux et biosourcés et des co-produits industriels. Mais pour que ces écomatériaux n'en restent pas au stade de la recherche, trois grands objectifs devront être atteints. Tout d'abord, ils devront être aussi efficaces que les matériaux traditionnels, avec une durée de vie égale voire supérieure. Il faudra aussi mettre en place un transfert rapide de technologies vers des produits facilement utilisables par l'industrie et sur les chantiers. Enfin, ce LIA devra contribuer à l'émergence d'un réseau d'excellence au niveau international. Ecomat devrait aussi aider nos deux institutions à répondre à de nouveaux appels à projets, et à développer des partenariats avec les industriels, et ce, à l'échelle nationale et internationale.

PLUS LARGEMENT, QUELS SONT SELON VOUS LES POINTS FORTS DE L'IFSTTAR ?

P.D. : Tout comme l'Université de Sherbrooke, l'Ifsttar est une institution internationalement reconnue pour son expertise dans les écobétons, les matériaux de construction, l'utilisation de matériaux bio-sourcés... ou bien encore dans la conception et l'auscultation des structures. Issue de son histoire, l'Ifsttar a également une double compétence intéressante : à la fois sur les infrastructures mais aussi sur les différents modes de transports pouvant y circuler, le tout avec une approche réellement pluridisciplinaire. Enfin, c'est un institut vraiment ouvert sur le monde comme en témoignent ses nombreux programmes et partenariats internationaux. Pour toutes ces raisons, l'Ifsttar constitue donc pour nous un partenaire de choix. Voilà pourquoi l'Université de Sherbrooke souhaiterait aujourd'hui élargir ce partenariat au-delà des éco-matériaux, par exemple dans le domaine de la mobilité durable.

FAITS MARQUANTS ET MANIFESTATIONS

JANVIER

13 et 14 janvier
Rencontre avec le MTQ (ministère des Transports du Québec)

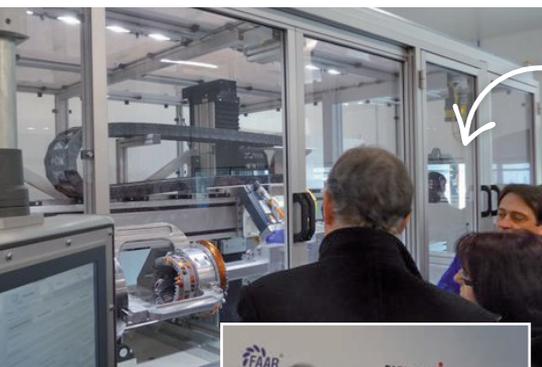
26 et 27 janvier
Les rencontres de la mobilité intelligente
Beffroi de Montrouge, Paris

FÉVRIER

10 et 11 février
Journées techniques routes

16 février
Visite de l'ENPC et de l'Ifsttar par les responsables d'Eurovia

19 février
Cérémonie de remise de médaille d'argent à Philippe Cousot



MARS

10 et 11 mars
Décennies de Villeneuve d'Ascq



14 mars
Signature de l'accord-cadre de coopération avec l'Andra



17 mars
Inauguration du centre d'excellence de Vedecom

19 mars
Salon du Livre à Paris
Conférence « Écrire la ville du futur »



22 et 23 mars
Assises nationales des risques naturels (ANRN)
Palais du Pharo, Marseille 17^e - Stand commun de 25 m² Cerema/Irstea/ Ifsttar

AVRIL



5 avril
Visite d'Eiffage à Bouguenais

11 avril
Pose de la 1^{re} pierre de l'Equipex Sense-City en présence de Jacques Tavernier



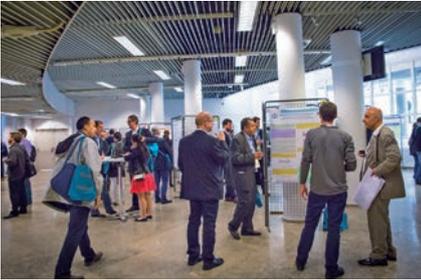
Du 18 au 21 avril
Transport Research Arena en Pologne



MAI

24 mai

Conférence TAP - 21st International Transport and Air Pollution Conference



25 et 26 mai

Journées ouvrages d'art

30 mai

Séance de travail du Comité des 100 sur le Contrat d'objectifs et de performance

Du 27 au 31 mai

Forum Météo et Climat

Exposition du simulateur d'éco-conduite sur le parvis de l'Hôtel de ville - Paris



JUIN

7 et 8 juin

Congrès de la communauté routière organisé par la DIT, Champs-sur-Marne

Du 7 au 9 juin

8^e Conférence internationale de la RILEM - MCD 2016, Nantes



13 juin

Visite de Niel Pedersen, directeur général du TRB



Du 14 au 16 juin

Interoute & ville - Paris, Porte de Versailles

15 juin

Visite de la Commission Sénat en charge de l'aménagement des territoires et du développement durable



JUILLET

22 juillet

Anniversaire de la loi de transition énergétique pour la croissance verte à l'Élysée

SEPTEMBRE

8 septembre

Incubateur de la Green Tech verte en présence de Ségolène Royal



22 et 23 septembre

Décennies IDF – Aujourd'hui l'Ifsttar. Inauguration du bâtiment Bienvenue à Champs-sur-Marne

OCTOBRE

11 octobre

25^e Fête de la Science : alimentation, agriculture urbaine - Médiathèque Jean-Prévoist – Bron



NOVEMBRE

7 au 18 novembre

Exposition de la maquette de route solaire à la COP 22 - Marrakech

DÉCEMBRE

8 décembre

Projet Ville du futur : lancement du cycle de conférence « Ville sensible » à la Maison de la Poésie, Paris

9 décembre

Re-signature de l'événement Ouverture de l'expertise à la société civile

PRIX ET DISTINCTIONS 2016

46 prix et distinctions

AME

DEST

Jimmy Armoogum

est lauréat du « Prix du Cerema ». Catégorie rayonnement du Cerema, décerné à l'équipe réseau enquêtes déplacements.

Richard Grimal

a reçu le prix de thèse « Prix de la Chaire Albertis ».

LVMT

Olivier Bonin : *Best short paper*

of the 19th AGILE international conference on geographic information science, Helsinki, juin 2016.

Olivier Bonin et ses coauteurs ont obtenu le prix du meilleur article sur le thème : « *Sonorous Cartography for Sighted and Blind People* ». Le prix est décerné annuellement lors de la *Geographic Information Science Conference* par l'association « AGILE ».

Anne Aguilera et Virginie Boutueil,

lauréates de la bourse « Découverte Chine » remise par l'Ambassade de France dans le cadre de la thèse de Wei Kang sur les nouvelles mobilités en Chine. Obtention de la bourse pour réaliser un *scanning tour* des laboratoires Chinois de Nankin et Shanghai travaillant sur les nouvelles mobilités et nouveaux services.

Gaële Lesteven et Fabien Leurent,

lauréats du prix de la meilleure intervention ATEC ITS remis par le Comité scientifique des rencontres de la mobilité Intelligente 2016.

Prix décerné pour l'intervention et l'article : « *Connaître la mobilité dans les territoires : explorations à travers les pays et les agglomérations* » qui s'est tenu dans l'atelier E3 – Quels outils pour quelles stratégies ? L'intervention, choisie parmi 90 participations, sera publiée dans la nouvelle revue *TEC MOBILITÉ*.

GERS

GMG

Matthieu Blanc et Luc Thorel ont reçu le « *Best paper for 2014. Honourable mention* » *Geosynthetics International*. Blanc M., Thorel L.; Girout R. Almeida M. 2014 *Geosynthetic reinforcement of a granular load transfer platform above rigid inclusions: comparison between centrifuge testing and analytical modelling*. *Geosynthetics international*. February 2014, Vol.21, 1, pp.37-52. DOI: 10.1680/gein.13.00033.

Luc Thorel a reçu le « *Best paper award for the year of 2015* » *Int. J. Physical Modelling in Geotechnics* Caicedo B., Tristancho J., Thorel L., Leroueil S. 2014 *Experimental and Analytical Framework for Modelling Soil Compaction*. *Engineering geology*, 175, 22-34.

COSYS

LICIT

Ludovic Leclercq et Florian Marczak

ont reçu le « *TRB Grant Mickle Award* ». Il s'agit de la première fois connue que des chercheurs français obtiennent cette distinction.

GRETTIA

Hugues Chollet et Michel Sebès

ont reçu le « *George Stephenson Gold Medal* » de *The Institution of Mechanical Engineers*.

Anne-Sarah Briand, Mohamed-Khalil

El Mahrsi, Etienne Côme et Latifa

Oukhellou ont reçu le prix du meilleur article. Conférence conjointe Francophone « *Apprentissage Artificiel & Fouille de données* » et « *Société Francophone de la classification* » : *Science des données (défis mathématiques et algorithmiques)* ».

Hugues Chollet

a reçu le 2015 SAGE *Best Paper Prize*. *Editor and Editorial Board of the Journal of Rail and Rapid Transit* pour l'article « *Validation of simulation models in the context of railway vehicle acceptance* » describing the results of Dynotrain WP5. Deuxième publication collective de 2015 issue du projet DYNOTRAIN. La méthode proposée a été intégrée dans la version 2016 de la norme d'homologation des véhicules ferroviaires.

SII

Vincent Le Cam

a reçu le Prix ERCI. Europe/Eurailclusters. *European Railway Clusters Initiative*.

MAST

Bruno Godart, Prix du meilleur article 2015 publié dans la revue *Structural Engineering International* attribué à B. Godart, J. Berthelémy (Cerema) et JP Lucas (CD 76) sur l'incendie du pont Mathilde à Rouen.

CPDM

Anaïs Grandclerc, Prix du meilleur poster (RF)2B - Regroupement francophone pour la recherche et la formation sur le béton.

Marion Medevielle, Second prix du poster (RF)2B - Regroupement francophone pour la recherche et la formation sur le béton.

Marie Malbois, Second prix de la présentation orale (RF)2B - Regroupement francophone pour la recherche et la formation sur le béton.

TS2

LBA

Manon Sterba, Premier prix du concours d'affiches scientifiques de Polytechnique organisé en marge de la 15^e journée de la recherche de l'École polytechnique de Montréal dans la catégorie « étudiants au doctorat », 2016.

Manuel Taso, a reçu le *ISMRM Merit Award, International Society for Magnetic Resonance in Medicine (ISMRM) Magna Cum Laude Merit Award*: Top 15 % abstracts for 2016 pour ses travaux combinant l'analyse biomécanique des éléments finis et l'IRM multiparamétrique pour évaluer les dommages mécaniques et structurels dans la myélopathie spondylotique cervicale.

Florent Auriault, Concours Prix de thèse 2016 de l'AMU. Prix annuel décerné aux meilleures thèses de l'AMU.

LBMC

Laurence Cheze a reçu le Prix de sociétés savantes. Prix « Christian Oddou » de la Société de Biomécanique, décerné par la Société de Biomécanique (société internationale de langue française).

P. Martin, Laurence Cheze, P. Pourcelot, L. Desquilbet, L. Duray et H. Château, Prix du meilleur poster: *Effects of a prototype saddle (comfort panels) on the biomechanics of the equine back during rising trot: preliminary results*, décerné par la 8th International conference on canine and equine locomotion (ICEL), London, 2016.

LESCOT

Guillaume Pepin a reçu le Prix innovation Valeo *innovative challenge: phase one prize*.

LMA

Nicolas Clabaux et Jean-Yves Fournier, Lauréats du prix CNRS images. Obtention d'une bourse de 10 000 € pour réaliser un film sur la recherche des lauréats. Titre du projet: Se faufler dans les embouteillages: quels risques pour les usagers des deux-roues motorisés.

Marc Quiertant du laboratoire EMMS, **Sylvain Chataigner, Jean-François David, Richard Michel et Yannick Falaise** du laboratoire SMC, **Bruno Godart** de la direction du département Mast ainsi qu'**Aghiad Khadour** et **Gonzague Six** de Cosys sont lauréats des prix du Cerema 2016 dans la catégorie « Innovation » en tant que contributeurs à la réalisation intitulée « Rupture d'une poutre de type VIPP renforcée par matériaux composites (Clerval) ».

Également lauréat le projet « Chaussées chauffantes et récupératrices d'énergies » sur lequel les laboratoires Mit et Lames travaillent en collaboration avec le Cerema, et dont le pilote côté Ifsttar est **Jean-Michel Piau**, qui a reçu le prix de l'innovation 2016 du Cerema. Ce projet a notamment permis de réaliser un démonstrateur en vraie grandeur de chaussée chauffante à Égletons.



L'IFSTTAR DANS SON ENVIRONNEMENT

L'année 2016 a surtout été consacrée à la poursuite du vaste travail de stabilisation de la politique scientifique et organisationnelle, du renforcement du pilotage de l'institut et de sa gestion financière. L'objectif du COP 2013-2016 d'étendre la certification ISO 9001 de son système de management de la qualité à tous les centres de l'Ifsttar a été finalisé en 2016.

Cette année marque la fin d'un cycle de renouvellement du cadre des activités scientifiques: le cycle d'évaluation de l'Ifsttar par l'Hcéres a été bouclé, avec un bilan très positif; l'élaboration de notre Contrat d'objectifs et de performance 2017-2021; les mandats de quatre équipes de direction de nos départements arrivaient à échéance fin 2016; l'émergence d'un nouvel outil incitatif « projets fédérateurs », ayant pour vocation de fédérer des équipes de recherche de l'institut sur une thématique transversale. La 500^e soutenance de thèse de doctorant Ifsttar depuis la création de l'institut a eu lieu fin décembre 2016.

L'établissement a renforcé sa visibilité:

- par la fin du cycle des Décennies de l'Ifsttar à Villeneuve d'Ascq, Versailles-Satory et Marne-la-Vallée. Chaque fois les journées ont été couronnées de succès avec de bons taux de participation, un intérêt manifesté par les participants et la présence de personnalités de premier plan;
- par la signature à Sherbrooke de la convention de création du LIA (Laboratoire international associé) Ecomat avec l'Université de Sherbrooke (Québec) sur les matériaux cimentaires à faible teneur en clinker, et à Montréal de la convention de création du LIA IlabSpine avec le CNRS, l'AP-HM, Polytechnique de Montréal, ETS, l'AMU et le CHU Sainte-Justine sur l'imagerie et la biomécanique du rachis;
- par l'organisation de manifestations d'envergure comme la 21^e Conférence internationale sur les transports et la pollution de l'air (TAP 2016) du 24 au 26 mai 2016 à l'ENS de Lyon en partenariat avec le pôle de compétitivité LUTB: *Transport and Mobility Systems* et le centre commun de recherche de la Commission européenne: *Joint Research Centre (JRC)*, ou le

congrès ESB (*European Society of Biomechanics*) présidé par l'Institut et qui a été l'occasion de fêter le 40^e anniversaire de deux sociétés savantes (la *European Society of Biomechanics* et la société francophone de Biomécanique), fondées en 1976, ou encore la 8^e conférence internationale de la Rilem sur les mécanismes de fissuration et de décollement des chaussées du 7 au 9 juin à Nantes.

Le lundi 11 avril 2016, la première pierre de Sense-City a été posée ce qui permet de fédérer une solide communauté scientifique autour de ce projet, l'Equipex entrant dans une nouvelle phase pleine de promesses.

Les chercheurs et doctorants peuvent valoriser leurs activités par des reportages photographiques et des réalisations audiovisuelles. Cette production est accessible sur la photothèque-vidéothèque Pictolab, avec une collection disponible en *streaming*.

Le développement des relations avec le monde socio-économique constitue toujours une des priorités de l'Institut. L'année 2016 est tout particulièrement marquée, malgré la non-obtention du label Carnot, par le démarrage effectif d'un plan PME avec la première édition d'Innov'Days en mai 2016: Villes & transports en interactions, qui a réuni une dizaine de PME, et la rédaction d'une charte de bonnes pratiques relative aux partenariats entre l'Ifsttar et les jeunes entreprises innovantes.

Au terme d'une année éprouvante, en raison encore du contexte budgétaire, le niveau d'activité des équipes de recherche, de support et de soutien a été néanmoins soutenu grâce à l'engagement de tous les personnels.



Jean-Paul Mizzi
Directeur général adjoint



jean-paul.mizzi@ifsttar.fr

VIE INTERNE



Serge Piperno
Directeur scientifique

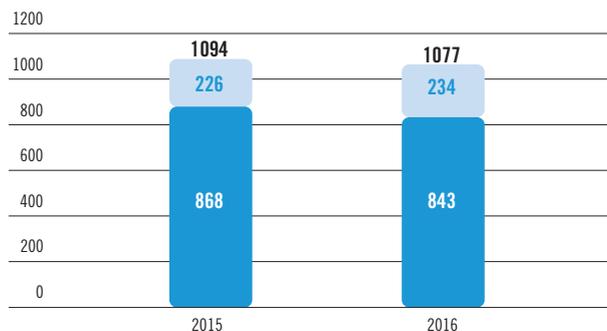
En 2016, la démarche de « priorisation des thématiques scientifiques » traitées a été menée à son terme. En phase avec les processus d'évaluation Hcéres des départements de l'Ifsttar et de l'établissement lui-même, cette démarche avait pour objectif d'élaborer une version actualisée de la stratégie scientifique de l'institut, plus en phase avec les moyens humains et financiers disponibles, présents et à venir. À partir des thématiques scientifiques identifiées en 2015 par les départements comme étant celles leur permettant d'avoir le plus grand impact (impact combinant publications, valorisation, expertise, appui aux politiques publiques, etc.), ces thématiques ont été comparées et rapprochées afin d'effacer les redondances entre départements, puis distribuées au sein des défis de la « Stratégie scientifique à 10 ans », construisant ainsi une image du périmètre des questions de recherche qui seront traitées par l'Ifsttar dans les prochaines années.

Un « document de stratégie scientifique précisée » a été progressivement élaboré durant la seconde moitié de l'année 2016, au cours des discussions menées avec nos partenaires et nos tutelles pour l'élaboration du Contrat d'objectifs et de performance 2017-2021. Ce document, précisant les « Questions de recherche » de la « stratégie scientifique à 10 ans » sur lesquelles l'Ifsttar estime qu'il pourra conserver un impact significatif, a été validé en Conseil scientifique et approuvé par le Conseil d'administration en novembre 2016.

RESSOURCES HUMAINES

NOMBRE D'AGENTS EN EFFECTIF PHYSIQUE au 31/12/2016

Non permanents ■
Permanents ■



NOMBRE HOMMES/FEMMES au 31/12/2016

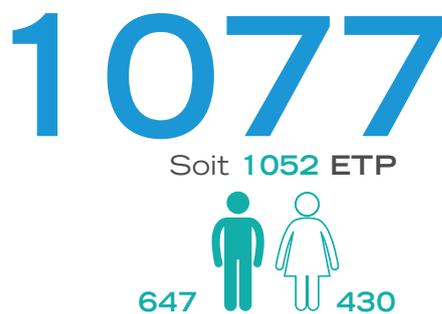
Hommes Femmes



RÉPARTITION DES AGENTS PERMANENTS au 31/12/2016



NOMBRE TOTAL D'AGENTS IFSTTAR au 31/12/2016



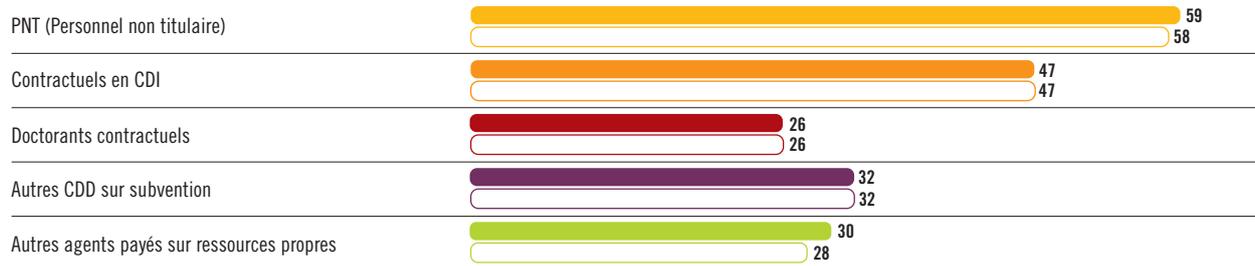
RÉPARTITION DES PERSONNELS
PAR MOYENNE D'ÂGE
au 31/12/2016



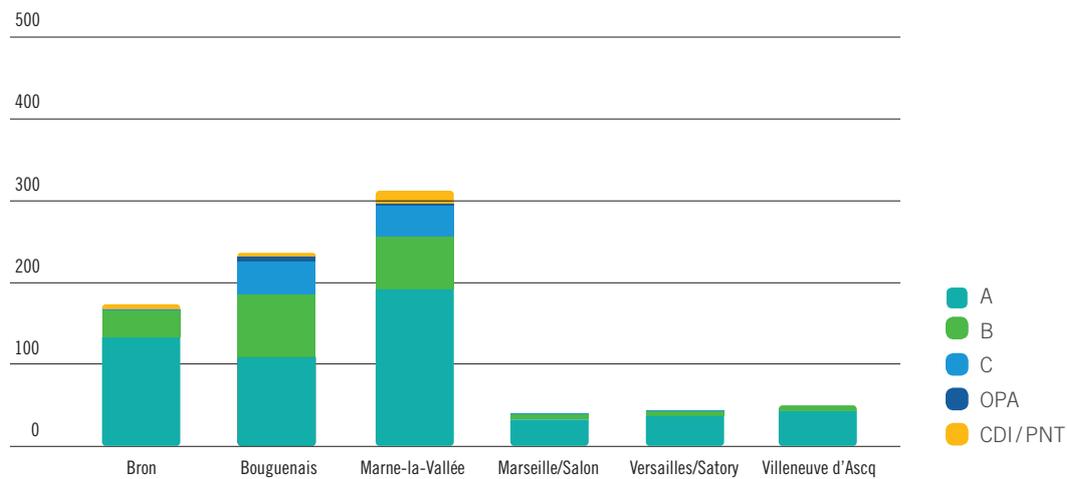
Personnel permanent



Personnel non permanent



RÉPARTITION DES PERSONNELS
PAR SITE IFSTTAR
au 31/12/2016



QUALITÉ

Historiquement, l'Ifsttar a été l'un des cinq laboratoires fondateurs en 1979 du RNE, devenu le COFRAC en 1994, d'où son numéro d'accréditation « COFRAC Essais » n° 1-0005. L'Ifsttar est certifié ISO 9001 depuis 2002. Sa certification a été renouvelée tous les trois ans.

Les trois diplômes qualité de l'Ifsttar

Le système de management de la qualité (SMQ) de l'Ifsttar est certifié ISO 9001

Système de management de la qualité pour les sites de Marne-la-Vallée, Lyon, Marseille-Salon de Provence, Nantes, Versailles-Satory et Villeneuve d'Ascq.



N° 2014/64769.3

Attestation :



L'Ifsttar est accrédité COFRAC Essais selon l'ISO 17025 pour quatre programmes d'essais



Accréditations
N° 1-0005 (site de Paris)
N° 1-0535 (site de Nantes)
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

L'Ifsttar est accrédité COFRAC Certification de produits selon l'ISO 17065 pour

le marquage CE des granulats (règlement 305/2011 Produits de construction), organisme notifié n° 1165, pour les audits du contrôle de production en usine des carrières de granulats, suivant le système 2+



Accréditation
N° 5-0533
portée disponible sur
www.cofrac.fr

Faits marquants en 2016

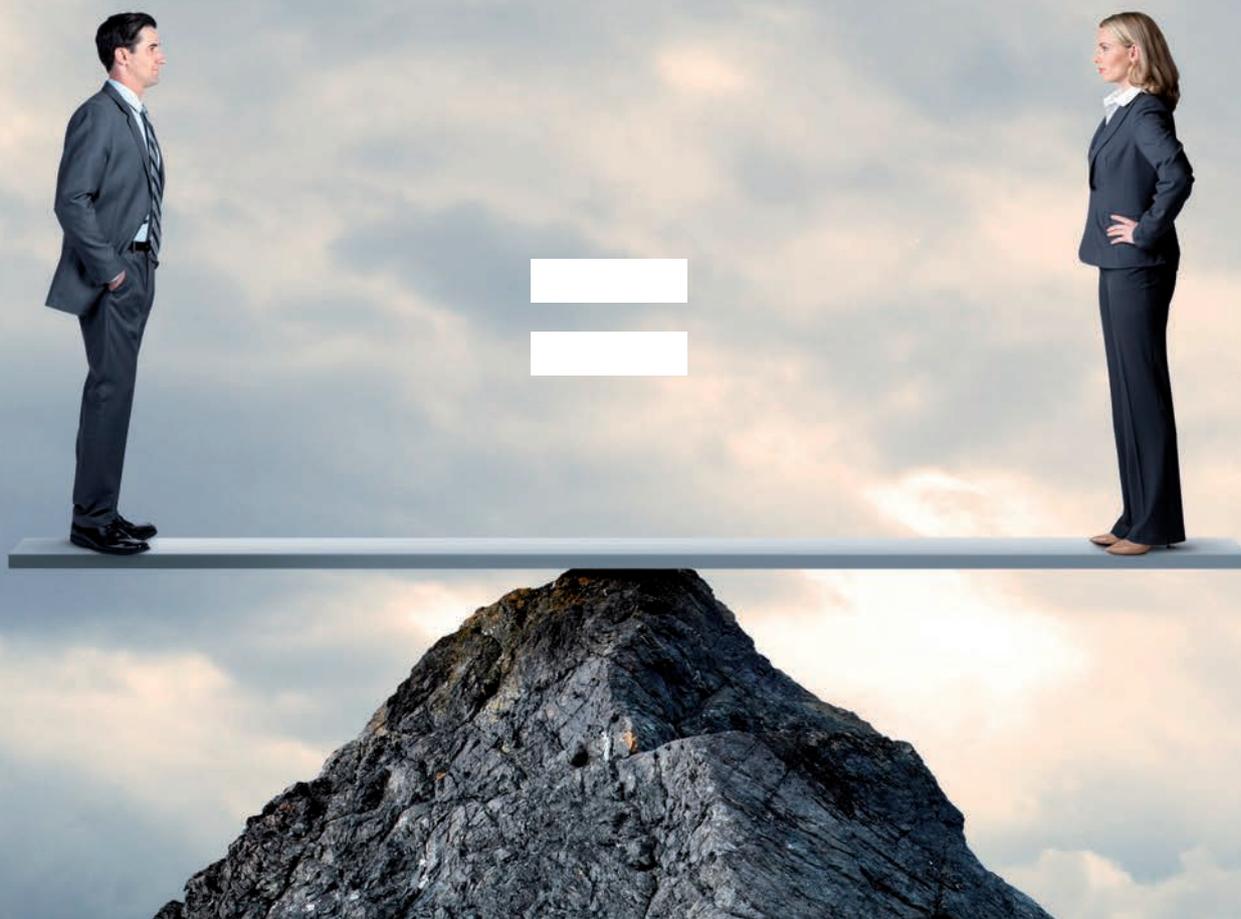
- L'objectif du COP d'étendre la certification ISO 9001 de son système de management de la qualité sur tous les sites de l'Ifsttar a été finalisé en 2016 avec l'intégration du site de Lyon Bron et de l'équipe Cosys/Tema sur Versailles Satory lors de l'audit de novembre 2016.
- L'accréditation COFRAC Essais selon l'ISO 17025 a été réduite de sept à quatre programmes d'essais suite à l'arrêt des activités sous accréditation de trois programmes sur les « enrobés bitumineux » au laboratoire Mit du département Mast.

Organisation de la démarche qualité

- La Délégation à la qualité, à la métrologie et à la normalisation (DQMN), au sein de la direction générale, est responsable du système de management de la qualité mis en place pour répondre aux exigences des référentiels NF EN ISO 9001, NF EN ISO/CEI 17025 (COFRAC essais), NF EN ISO/CEI 17065 (COFRAC certification de produits), et de la notification par l'État pour le marquage CE.
- La délégation à la qualité s'est appuyée en 2016 sur deux réseaux : 56 correspondants qualité (COQ), et 33 auditeurs internes (AI), présents au sein des laboratoires et des services support.



etienne.lemaire@ifsttar.fr



DÉMARCHE D'ÉGALITÉ PROFESSIONNELLE FEMMES/HOMMES



L'élaboration du plan d'actions en faveur de l'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes de l'Ifsttar a été fortement ralentie en 2016, du fait notamment d'une sous-estimation du temps nécessaire au dépouillement de la vaste enquête réalisée en 2015 auprès des agents de l'institut, dont l'analyse des résultats ne devrait être finalisée qu'au début 2017.

En 2016, outre la réalisation d'un bilan de la diffusion auprès des agents de la charte pour l'équilibre des temps de vies professionnelle et personnelle et le travail mené avec

les organisations syndicales pour déterminer les conditions de mise en œuvre du télétravail à l'Ifsttar (lequel contribue à la promotion de l'équilibre des temps de vies), une analyse de l'évolution depuis 2013 de la situation comparée des femmes et des hommes de l'institut a été accomplie, à partir notamment des bilans sociaux, qui a permis d'identifier deux domaines pour lesquels le plan d'actions devra prévoir des mesures correctrices : la mixité des métiers ; en particulier des métiers scientifiques ; la mixité au sein de l'encadrement et des instances de gouvernance.



VIE DOCTORALE

Formation doctorale

La 500^e soutenance de thèse de « doctorant Ifsttar » a eu lieu fin décembre 2016.

La durée des thèses (soutenances 2016)

72 thèses ont été soutenues au cours de l'année 2016. 45 d'entre elles ont été financées entièrement ou partiellement par l'Ifsttar, sur subvention ou sur contrat de recherche.

La durée moyenne de ces 72 thèses, toutes disciplines confondues, est de 3,51 années (valeur médiane 3,23 ans).

Le devenir des doctorants Ifsttar

Un module complémentaire de suivi du devenir des docteurs Ifsttar a été développé en 2015 par le service informatique de l'Ifsttar, sous la maîtrise d'ouvrage de la direction scientifique, et intégré au système d'information dédié aux thèses (portail doctorants). Chaque docteur a été contacté individuellement et a ainsi pu, conformément à la loi Informatique et libertés sur le droit d'accès et de rectification des données à caractère personnel, modifier, compléter et enfin valider les données le concernant. Le taux de réponse global est de 97 % : le devenir de 484 docteurs sur 500, incluant les 72 docteurs 2016, est ainsi connu.

Le taux d'emploi (EDI – emploi à durée indéterminée, et EDD – emploi à durée déterminée) des 98 docteurs Ifsttar qui ont soutenu au cours de l'année 2015, est de 90 % à un an (60 % en EDI et 30 % en EDD). 6 emplois sur 10 à durée indéterminée sont situés dans le secteur privé, en majorité en France. Près de 9 emplois sur 10 à durée déterminée le sont dans le secteur public (essentiellement post-doctorats, dont 1/3 à l'étranger).

Le taux d'emploi des docteurs Ifsttar trois ans après la soutenance du doctorat est supérieur à 93 %, celui à cinq ans pour les docteurs 2011 est de 96 %. Ces valeurs sont supérieures aux données statistiques nationales actuellement disponibles (taux d'emploi de 69 % à 3 ans, de 82 % à 5 ans, avec des taux de réponses variant entre 53 % et 89 % suivant les enquêtes considérées).

500

soutenances de thèses depuis la création de l'Ifsttar

72

soutenances de thèse en 2016 avec une durée médiane de **3,23** années

8

soutenances d'HDR

19

doctorants contractuels ont effectué, au cours de l'année universitaire 2015-2016 :

17 missions d'enseignement (AMU, ECN, ENTPE, ESIEE (2), Lille 1 (4), Lyon II (2), Paris-Descartes, UCBL (2), UNS, UPEM, UPMC)

3 missions d'expertise, incluses dans le contrat de recherche finançant leur thèse (Solétanche Bachy International, Toyota, ESI group)

57

doctorants Ifsttar entrant en 2016 dont :

- 26 contrats doctoraux sur subvention, dont
- 5 avec cofinancements régionaux (Hauts-de-France, Pays de la Loire, Provence-Alpes-Côte d'Azur) et
- 2 avec cofinancement sur contrat de recherche (Cegep Ademe, Desbats)
- 7 contrats doctoraux sur contrats de recherche (projets ANR Micro, CE Infrastar (2), EDF RSI, ERC Magnum (2), VRU-Sim)
- 7 thèses en cotutelles, cofinancées Ifsttar (ENI Tunis, Université de Bologne, Université de Sherbrooke, Université Polytechnique de Montréal)

20

autres financements, dont :

4

fonctionnaires (1 agent Ifsttar, 3 ITPE4A mis à disposition de l'Ifsttar)

5

CIFRE avec contrat d'accompagnement Ifsttar (Actris, Antea Group, Eurovia, Mitsubishi Electric, SNCF)

2

boursiers (Bosnie-Herzégovine, Chine)

1

salarié Efficacity

8

contrats avec employeur extérieur (Cerema, ESTP, Inria Rennes avec cofinancement Ifsttar, IRT System X, Railenium, Université Paris-Est – labex Futurs Urbains –, Université de Toulouse, Vedecom)

Taux d'emploi à un an des docteurs 2015 :

90 %

60 % en EDI (emploi à durée indéterminée)

58 % dans le secteur privé

42 % dans le secteur public

30 % en EDD (emploi à durée déterminée)

14 % dans le secteur privé

86 % dans le secteur public

Taux d'emploi à deux ans des docteurs 2014 :

86 %

61 % en EDI (emploi à durée indéterminée)

Taux d'emploi à trois ans des docteurs 2013 :

93 %

78 % en EDI (emploi à durée indéterminée)

Taux d'emploi à quatre ans des docteurs 2012 :

98 %

85 % en EDI (emploi à durée indéterminée)

Taux d'emploi à cinq ans des docteurs 2011 :

96 %

82 % en EDI (emploi à durée indéterminée)

SCÈNE RÉGIONALE

Dans chaque région où l'Ifsttar est implanté, il s'est impliqué à la fois dans les Contrats de plan État Région en proposant un certain nombre de projets et a continué le renforcement de ses partenariats dans le cadre des Investissements d'avenir. Tour de France de ce qui s'est fait en 2016.

Île-de-France

CHAMPS-SUR-MARNE

Pour le site de Marne-la-Vallée, l'année 2016 a été placée sous le signe du travail en commun avec les organismes du campus de la Cité Descartes, et la plupart des événements marquants de l'année ont en effet vu l'Ifsttar associé à ses partenaires locaux et régionaux.

Le 11 avril 2016, c'est le projet Sense-City qui attirait les feux de la rampe en célébrant la pose de sa première pierre. Sense-City est un projet « Équipement d'excellence » du Programme d'investissements d'avenir, courant sur la période 2011-2019 et doté de 9 M€. Porté par l'Université Paris-Est, ce programme implique l'Ifsttar, l'ESIEE-CCIP, le LPICM (UMR 7647 CNRS-École Polytechnique), le CSTB, l'Inria et l'Upem. Après une première manifestation en 2015 qui avait concerné le lancement de la maquette de Sense-City, c'était cette fois le projet en vraie grandeur, la halle climatique, qui était à l'honneur pour cette manifestation qui a associé journée d'échanges entre acteurs

académiques et industriels, cérémonie officielle et visite du premier scénario urbain. Les travaux de la halle climatique se sont poursuivis tout au long de l'année 2016.

En septembre, à l'occasion de la manifestation de clôture des Décennies de l'Ifsttar en Île-de-France, *Aujourd'hui l'Ifsttar*, a été organisée l'inauguration en bonne et due forme du bâtiment Bienvenue dans lequel sont hébergés le siège de l'Ifsttar, plusieurs de ses laboratoires et de nombreux équipements et installations remarquables tels que la plate-forme d'essais des structures, les laboratoires de chimie, les simulateurs etc. Si tout dans le bâtiment Bienvenue n'est pas encore complètement terminé, plus de 4 ans après l'installation des équipes, l'inauguration des lieux, en présence de Mme Laurence Monnoyer-Smith, Commissaire générale au développement durable, de M. Jean-Michel Pargade, architecte du bâtiment et

de M. Philippe Tchamitchian, Président de l'Université Paris-Est, a permis de réaliser un pas important vers l'achèvement de ce bâtiment d'exception.

S'il fallait enfin trouver un fil rouge pour le site marnovallien à cette année 2016, ce serait sans doute le travail en commun réalisé avec l'Université Paris-Est et les établissements qui composent cette Comue pour s'engager dans la démarche de la candidature du site à la seconde vague de l'appel à projet IDEX / I-Site. Cette démarche, qui s'est traduite par beaucoup de travail, de réflexions stratégiques et d'engagement des différents acteurs, a structuré l'action du site tout au long de l'année avant de trouver son point d'orgue au début de l'année 2017 lorsque le jury international a retenu le dossier et décerné le label I-Site au projet d'UPE baptisé Future.



claire.sallenave@ifsttar.fr

SATORY

Marqués par une forte présence de la filière automobile, le Département des Yvelines et la Communauté d'agglomération de Versailles Grand Parc associent depuis plusieurs années leurs efforts et leurs forces pour créer sur le plateau de Versailles-Satory, un cluster des mobilités innovantes. C'est ainsi qu'ils ont en particulier constitué, avec des grands acteurs industriels et financiers, une société d'économie mixte « Satory Mobilité » pour assurer le portage des projets immobiliers liés à cette opération. Déjà présent sur le site, et membre fondateur de Védécom, l'Ifsttar qui bénéficie en outre du ministère de la Défense d'autorisations d'occupation temporaire de terrains a joué un rôle majeur et facilitateur dans la concrétisation de ce projet. Ainsi, le 24 février 2017, en présence des élus, a été posée la première pierre du futur bâtiment qui abritera, à proximité immédiate de l'Ifsttar et des



Vue du projet de futur bâtiment

pistes, l'institut Védécom, une partie des laboratoires et installations de l'Ifsttar ainsi que des PME de la filière automobile. Réalisé par GCC et conçu par l'agence d'architecture Valero Gadan, ce nouveau bâtiment devrait être livré mi-2018.

Sur le plan scientifique, la collaboration avec Védécom s'est continuée autour de :

- la poursuite de la mise à disposition de 4 agents ;
- la direction de plusieurs thèses ;

- l'encadrement de post-doctorants ;
- des publications communes dans les conférences IEEE ITSC 2016, et RTSI ;
- la participation à des projets européens.

Sur ce dernier point, il convient de noter en particulier la forte contribution apportée par plusieurs équipes de l'Ifsttar au projet Fabric de recharge par induction des véhicules électriques.



brigitte.mahut@ifsttar.fr

Les Décennies de l'Ifsttar



Lancé en 2015 avec les manifestations de Bouguenais (40 ans de recherche à Nantes Bouguenais), de Bron et de Salon de Provence (50 ans de recherche en sécurité routière et 20 ans du registre des victimes du Rhône), le cycle des Décennies de l'Ifsttar a fait en 2016 escale à Villeneuve d'Ascq en mars avec « 30 ans de recherche en transports: Trajectoires » avant de se conclure par un point d'orgue en Île-de-France avec la manifestation conjointe des sites de Marne-la-Vallée et Satory *Aujourd'hui l'Ifsttar*.

Au programme de cette dernière édition des Décennies, différentes conférences et tables rondes ont été organisées pour aborder, entre autres, les questions relatives à la mobilité durable, la ville de demain, la maîtrise des risques ou encore la conservation du patrimoine routier. Celles-ci se sont tenues à « Bienvenue », siège de l'Ifsttar à Champs-sur-Marne, jeudi 22 septembre 2016.

Cette 1^{re} journée a été l'occasion d'inaugurer « Bienvenue », bâtiment HQE de 40000 m², en présence des partenaires et des tutelles.

Situé au cœur du cluster Descartes de l'Université Paris-Est et du pôle d'Excellence de la Ville durable du Grand Paris, ce nouveau bâtiment accueille différents instituts œuvrant sur les thématiques de la Ville durable, de l'aménagement du territoire et des mobilités de demain. L'installation de l'Ifsttar au sein de cette communauté favorise ainsi le développement de projets portant sur ses thématiques, à vocation nationale et internationale.

Très investi dans les questions liées à la mobilité de demain, le site de Versailles-Satory était également à l'honneur de ces conférences avec des tables rondes abordant le développement de la pratique du vélo en ville ou encore comment associer les usagers dans l'élaboration des systèmes de transport. La session d'ouverture consacrée à la question

« *La ville peut-elle être durable?* », se veut transversale aux sujets de recherche développés sur les deux sites franciliens. Autour de cette question, des personnalités issues de différents secteurs (université, collectivités locales, économie, média) sont venues débattre et apporter leur vision de la ville, en présence notamment de Raphaël Enthoven, philosophe.

Afin de montrer la diversité de leurs activités de recherche, les sites de Versailles-Satory et Champs-sur-Marne ont ouvert leurs portes au public vendredi 23 septembre.



claire.sallenave@ifsttar.fr
brigitte.mahut@ifsttar.fr



Raphaël Enthoven, enseignant de philosophie, Hélène Jacquot-Guimbal, Directrice générale de l'Ifsttar et Philippe Tchamitchian, Président de l'Université Paris-Est.

Provence-Alpes-Côte d'Azur

L'IFSTTAR, UN ACTEUR MAJEUR SUR LE CHAMP DES RISQUES NATURELS

La ministre de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, en déplacement officiel à Marseille, a ouvert la 3^e édition des Assises nationales des risques naturels. Ces Assises étaient organisées pour la première fois en PACA, Région particulièrement vulnérable et exposée à de nombreux aléas naturels (risques sismiques, mouvements de terrain, inondations, feux de forêt, avalanches).

Plus de 1000 participants ont été accueillis les 22 et 23 mars 2016 au Palais du Pharo à Marseille pour assister à des tables rondes et des ateliers : des représentants des services de l'État, de collectivités territoriales, du milieu associatif, du monde des assurances ou professionnels ont pu échanger et interagir sur la nécessité de mieux répondre aux besoins de territoires vulnérables.

L'Ifsttar est intervenu à plusieurs titres : il a été membre du comité de pilotage pour l'organisation de cet événement ; il a préparé et animé une table ronde sur le risque sismique ; a présenté des posters scientifiques et enfin, s'est impliqué dans la réalisation d'un stand commun Cerema/Ifsttar/Irstea qui a permis de présenter l'ensemble des activités communes aux trois organismes dans le domaine des risques naturels. À cette occasion a été exposé le drone de l'Ifsttar montrant les capacités offertes par ce nouveau moyen sur le sujet des risques naturels.

La table ronde consacrée à la prévention du risque sismique a été élaborée par quatre membres de l'AFPS – Ghislaine Verrhiest-Leblanc et Jean-François Semblat (pilote et copilote de la préparation) ainsi que Thierry Winter et Denis Davi (en tant que référents scientifiques) – en lien avec la DGPR (Vincent Courtray).

Quatre thèmes de discussions furent traités : la mise en œuvre, le suivi et l'évaluation de la déclinaison du CAPRiS¹ en cadres territoriaux concertés, intégrés et multi-partenaires ; le développement d'une culture du risque générale et technique ; la connaissance et la réduction de la vulnérabilité des territoires ; les enjeux et les modalités d'une anticipation

et d'une préparation à une gestion de crise sismique (organisation, planification, exercices, REX, ORSEC, PCSI, PCS, PPMS, PFMS) et à l'aménagement du territoire post-crise.

L'IFSTTAR EN LIEN ÉTROIT AVEC LES PME EN RÉGION

Le laboratoire Granulats et procédés d'élaboration des matériaux (GPEM) de l'Ifsttar développe des compétences et expertises dans le domaine de la valorisation des déchets du BTP permettant de répondre à la loi de transition énergétique pour la croissance verte.

L'idée est de mettre en commun ces connaissances pour une finalisation industrielle à travers une collaboration avec le tissu des PME. C'est ainsi que l'Ifsttar a débuté un partenariat industriel avec le groupe Estérel basé à Fréjus. Ce groupe travaille dans le domaine du recyclage et de la valorisation des déchets du BTP. Pour développer son activité, il a choisi d'innover et d'investir de manière très importante (env. 1,5 million d'euros) sur 10 ans pour atteindre un taux de valorisation de 98 %, valeur très supérieure à la moyenne au taux des plates-formes de recyclage présentes sur le territoire national.

Aujourd'hui, ce partenariat se concrétise par un travail collaboratif dans deux projets d'amélioration de sa plate-forme subventionnés par l'Ademe et la Région PACA. Ces projets ont pour objectif d'optimiser le processus industriel et d'augmenter ainsi le taux de valorisation notamment en proposant des filières de valorisation encore trop peu utilisées.

La mise en œuvre d'un tel processus aura une pertinence forte dans les chantiers comme la construction du Grand Paris Express pour l'approvisionnement en matériaux de génie civil et la gestion des déchets de construction et de démolition.



jean-paul.mizzi@ifsttar.fr

1. Cadre régional d'actions de la prévention du risque sismique

Auvergne-Rhône-Alpes

ACTUALITÉS ET PERSPECTIVES

L'Ifsttar a organisé en 2016 à Lyon deux événements de renommée mondiale : la 21^e conférence TAP 2016 (*Transport and Air Pollution*) et le congrès ESB 2016 (*European Society of Biomechanics*). Ceci démontre le rôle majeur de la capitale rhodanienne dans le paysage scientifique international et celui-ci va encore s'accroître avec la création de la grande Région Auvergne-Rhône-Alpes dans le cadre de la loi du 16 janvier 2015.

La création de la plate-forme mutualisée Transpolis sur le site des Fromentaux à quelque 35 km à l'Est de la métropole lyonnaise va également constituer un atout pour le domaine des transports du futur.

L'IFSTTAR PORTE DES ÉVÉNEMENTS DE RENOMMÉE MONDIALE À LYON

24-26 mai : la conférence TAP 2016

L'Ifsttar organisait à l'ENS de Lyon, en partenariat avec le LUTB et le centre commun de recherche de la Commission européenne (*Joint Research Centre, JRC*), la 21^e Conférence internationale sur les transports et la pollution de l'air sous la présidence de Salah Khaldi (DR Ifsttar-Ame-LTE).

Le thème de TAP 2016, « Les transports et la pollution de l'air au carrefour des enjeux territoriaux et de politique publique, face à la transition énergétique et aux défis technologiques », était résolument tourné vers des problématiques plus que jamais d'actualité en France, mais aussi en Europe et dans le monde. Cet événement a couvert tous les aspects relatifs à la pollution atmosphérique des transports (routiers et non routiers), depuis l'émission jusqu'aux impacts sur la santé et l'environnement, l'économie et l'emploi.

Près de 300 personnes en provenance de 30 pays dont 13 hors des frontières européennes ont participé à cette conférence qui proposait plus de 130 communications et 40 posters.

10-13 juillet : le congrès ESB 2016

Le congrès ESB 2016, présidé par David Mitton (Directeur UdL- Ifsttar-TS2-LBMC), était organisé à la Cité des congrès de Lyon conjointement par l'Ifsttar et les deux sociétés savantes, la *European Society of Biomechanics* et la Société de Biomécanique, pour



Congrès ESB 2016, présidé par David Mitton (Ifsttar - 1^{er} en partant de la gauche)

leurs 40^{es} anniversaires. Quatre institutions internationales étaient associées à cet événement : la *European Society for Biomaterials*, l'*International Society of Biomechanics*, l'*International Society of Biomechanics in Sports*, et l'*International Research Council on Biomechanics of Injury* (IRCOBI) pour les thèmes « *Biomaterials* », « *Human movement* », « *Sport biomechanics* », et « *Impact/injury biomechanics* ».

Près de 800 experts venant de 47 pays ont participé à ce congrès mondial qui proposait plus de 400 communications et 210 posters, sur les défis actuels en biomécanique et dans les champs associés.

LA NOUVELLE RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES :

Sur le plan géopolitique, la Région AURA, avec près de 8 millions d'habitants, devient la 10^e région la plus peuplée d'Europe, et la 2^e de France pour le revenu fiscal. Sa population est supérieure à certains pays comme la Bulgarie, le Danemark ou la Finlande, ce qui la situe au niveau des grandes Régions européennes telles que la Basse Saxe, le Bade-Wurtemberg ou la Catalogne.

La métropole de Lyon, avec 1,3 million d'habitants, joue désormais dans la cour des grands à la 14^e place européenne loin devant Grenoble (440 000), Saint-Étienne (400 000) et Clermont-Ferrand (300 000).

Sur le plan universitaire, la grande Région AURA devient la deuxième plus importante place française avec 323 000 étudiants inscrits en 2016 contre à peine plus du double pour la Région Île-de-France, et loin devant la Région Occitanie, troisième avec 240 000 étudiants.

L'Ifsttar peut se réjouir d'être présent sur ce site en pleine expansion mais devra aussi être vigilant sur la bonne prise en compte de ce nouvel acteur avec sa dualité auvergnate et rhône-alpine. La tentation du réflexe Rhône-Alpes quand on évolue dans la grande et historique zone urbaine de Lyon est très ancrée dans les esprits et on peut avoir l'impression que rien n'a changé. La réalité est tout autre et le président de la nouvelle Région, Laurent Wauquiez, se charge de montrer au quotidien que la fusion positionne les deux anciens territoires au même niveau. Il ne cesse de répéter sa volonté d'en faire une Région équilibrée et exemplaire notamment dans le domaine de l'innovation et du soutien aux entreprises. La présence historique de Renault Trucks sur Lyon et de Michelin sur Clermont-Ferrand met d'ailleurs les transports au cœur de la politique régionale qui en a fait un de ses 8 domaines d'excellence.

Il faudra ainsi retisser les réseaux avec ceux qui étaient plus éloignés et ainsi en profiter pour étendre la présence de l'Ifsttar sur le territoire et améliorer de la sorte sa notoriété et son aura.

L'ABOUTISSEMENT DU PROJET TRANSPOLIS

2016 a véritablement constitué une étape clé dans ce projet initié 7 ans plus tôt. En effet, avec l'approbation de l'avant-projet détaillé, le lancement des études de projet et des procédures conduisant aux enquêtes publiques, c'est l'antichambre de la phase opérationnelle qui a été atteinte.

Sur le plan administratif, les étapes continuent à être franchies et en 2017 les conventions bi-latérales avec les financeurs seront signées.

Le calendrier prévisionnel prévoit les premiers travaux préparatoires au printemps, la pose d'une première pierre en septembre 2017 et les travaux de terrassement et de voirie à l'automne.

La fin des travaux est prévue pour décembre 2018 avec le déménagement des pistes d'essais de Saint-Exupéry sur le site des Fromentaux. Pendant ce temps, la SAS Transpolis continue sa progression et sa montée en puissance avec de nouveaux acteurs.

Tout s'organise petit à petit pour que l'Ifsttar et ses partenaires puissent

commencer à répondre dès aujourd'hui à des appels d'offres européens prenant en compte ce nouvel outil qui sera à disposition en 2019.



marc.tassone@ifsttar.fr

Pays de la Loire

Depuis plusieurs années, les équipes du site de Nantes-Bouguenais font évoluer leurs activités, dans le cadre des grandes orientations thématiques de l'institut, vers une plus forte implication dans les problématiques liées aux structures de production d'énergies renouvelables. Un accent particulier est mis sur les énergies marines, pour lesquelles les grands équipements nantais – centrifugeuse, banc de fatigue des câbles, plates-formes d'essais mécaniques – sont des atouts considérables.

La stratégie régionale des Pays de la Loire pour les Spécialisations intelligentes et le Schéma régional de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation, *via* en particulier la mise en place d'une filière RFI sur cette thématique, placent le développement des énergies marines renouvelables au cœur des grands enjeux territoriaux. L'Ifsttar y participe pleinement, en pilotant et en contribuant à plusieurs projets de recherche collaboratifs d'envergure. Et l'ensemble des grands moyens d'essais du site, réunis au sein d'une plate-forme dédiée à l'étude des structures de production des énergies marines renouvelables, a fait l'objet d'une proposition d'inscription dans la stratégie nationale des grandes infrastructures de recherche.

Cette problématique est aussi très structurante pour les établissements de recherche et d'enseignement régionaux. Elle est un des piliers de la plate-forme scientifique de l'I-Site *Nantes Excellence Trajectory*, dont l'Ifsttar est un des partenaires du premier cercle. Cette



Le Président et le Secrétaire général de la SIMSG, Roger Frank et Neil Taylor, plantent un « arbre de la connaissance » lors du congrès Eurofuge

initiative, portée par Centrale Nantes, l'Université de Nantes, le CHU et l'Inserm, a été dotée par le CGI en mars 2017 de moyens financiers importants pour appuyer le regroupement de ces établissements au sein d'un grand établissement à visibilité internationale, auquel l'Ifsttar sera étroitement associé.

ÉVÉNEMENTS SCIENTIFIQUES

Le mois de juin a été comme d'habitude propice aux relations internationales. Le site de Nantes de l'Ifsttar a accueilli successivement une trentaine de collègues Australiens de l'AAPA en *scanning tour* européen sur les chaussées bitumineuses, plus de 80 géotechniciens européens lors de la *European Conference on Physical Modelling in Geotechnics* (Eurofuge 2016)

et un *workshop* international du congrès SETAC 2017 à Nantes.

En parallèle s'est déroulée à la cité des congrès de Nantes la 8^e *Rilem International Conference on Mechanisms of Cracking and Debonding in Pavements* (MCD2016), dont le comité d'organisation était présidé par Armelle Chabot, directrice de recherche à l'Ifsttar. Ce congrès a permis de faire le point sur les dernières avancées de la recherche sur le *monitoring* et l'analyse des endommagements mécaniques des chaussées, avec plus de 250 chercheurs représentant 35 pays.



philippe.tamagny@ifsttar.fr

Hauts-de-France

INSTANCES RÉGIONALES :

Dépôt du dossier IDEX ULNE (Université Lille Nord Europe)

Confirmation sur la base de la convention avec l'ancienne Région Nord-Pas-de-Calais du partenariat avec la nouvelle Région Hauts-de-France, dont le vice-Président Recherche, M. Lebas est venu confirmer le soutien régional indéfectible depuis plus de 30 ans.

PARTENARIATS SCIENTIFIQUES

L'année 2016 a été marquée par :

- le démarrage du programme Elsat 2020 (voir *Rapport d'activité 2015*);
- le lancement de nouveaux projets : FUI (Coopol), AMI-Eway et européens H2020 dans le cadre des ITS (C-Roads, InterCor, Scoop2);
- le succès des travaux réalisés avec l'industriel Airbus, autour de l'augmentation de la fréquence basse d'utilisation de la chambre réverbérante à brassage de modes;
- l'expertise pour le STRMTG, une première incursion dans le domaine des remontées mécaniques, avec la *Constitution d'une base de données sur les comportements d'usagers et scénarios potentiellement dangereux*;

- l'expertise, pour le compte de Certifer, du système GSM-R du tunnel sous la Manche a également été finalisée avec succès en 2016;
- la fin des projets Caronte du 7^e programme-cadre et SIL2 pour le compte de l'EPSF;
- la première réponse, sous la bannière de Railenium, à l'appel à projet X2RAIL de Shift2Rail;
- le démarrage du projet Ester de la DGITM sur la sûreté des transports terrestres;
- la fin de l'évaluation, pour Certifer, de la sécurité et l'interopérabilité du système ERTMS sur le dernier tronçon de la ligne EST européenne LN8 Paris Strasbourg;
- le démarrage de l'étude pour le STRMTG et la DGITM sur les risques feux-fumées en tunnel de transports guidés urbains.

RAYONNEMENT SCIENTIFIQUE

Au Leost, 3 brevets ont été ou sont en cours d'être déposés.

Activité doctorale : pas moins de 10 thèses ont été soutenues en 2016 à VDA :

1 LVMT, 5 Leost (dont 3 Railenium), 4 Estas (dont 2 Railenium).

À cela il faut ajouter 2 distinctions reçues par les doctorants :

Ni Zhu et Lucas Rivoirard ont été distingués, l'une pour la meilleure présentation poster aux doctorales de Cosys, l'autre pour sa prestation lors de « Ma thèse en 180 s ».

La dalle de la start-up Luxondes a été sélectionnée par Orange et présentée au Président de la République.

À signaler au titre du rayonnement international l'accueil, en 2016 à Estas, de deux professeurs étrangers sur la thématique des modèles d'optimisation du trafic :

- Angel Marin de l'Université Polytechnique de Madrid en tant que professeur invité durant 2 mois;
- Rafaele Pesenti de l'Université de Venise durant 3 semaines.

Ainsi que la visite en août de la délégation du laboratoire *Rail Traffic Control and Safety* de l'université Jiaotong de Pékin.



gerard.couvreur@ifsttar.fr

SCÈNE NATIONALE

Déploiement du projet S_VRAI et transfert industriel

Depuis 2010, le Laboratoire mécanismes d'accidents de l'Ifsttar, département TS2, en collaboration avec le Cerema, s'est impliqué dans un vaste projet baptisé S_VRAI : Sauver des vies par le retour d'analyse sur incidents. Soutenu par la Délégation à la sécurité et à la circulation routières, ce projet s'attache à l'analyse de l'incidentalité en complément des études sur l'accidentalité. Il s'appuie sur le développement et le déploiement d'enregistreurs embarqués dans des véhicules qui permettent de recueillir des situations d'incident, c'est-à-dire des situations de conduite induisant de fortes sollicitations dynamiques du véhicule, potentiellement au-delà ou aux limites des capacités du système véhicule-conducteur-environnement routier. Ces enregistreurs, dénommés Emma (Enregistreur embarqué des mécanismes d'accidents) ou EmmaPhone pour leur version *smartphone* Android, ont été conçus au Laboratoire MA.

DE 2011 À 2015, L'ACTIVITÉ A ÉTÉ CONSACRÉE À LA PREMIÈRE PHASE DU PROJET

Les principales actions ont concerné :

- des aspects « développement » : conception et amélioration des performances des boîtiers, développement d'applications embarquées, évaluation technique, mise en place d'une architecture d'exploitation, etc. ;
- des aspects « déploiement » : installation d'une cinquantaine de boîtiers Emma dans des véhicules appartenant à des collectivités territoriales, maintenance de ces boîtiers, recueil et validation des données, construction des bases de données d'incidents. Le LMA a également élaboré une procédure juridique appropriée, ayant permis

d'obtenir de la CNIL l'autorisation de lancer les installations des boîtiers et de mettre en œuvre les phases de recueil et de traitement des données. Le recueil des données a démarré en août 2012 pour une durée de 18 mois.

- des aspects « opérationnels » : cette phase 1 de S_VRAI a permis de recueillir plus de 3000 trajets couvrant une large partie du territoire national et plus de 1500 événements dont 350 incidents. De nombreuses exploitations thématiques ont été définies et réalisées :
 - l'incidentalité comme indicateur de l'insécurité routière ;
 - l'amélioration de la connaissance des mécanismes d'accidents ;
 - les relations entre incidents et infrastructure ;
 - les relations entre incidents et comportements ;
 - la caractérisation des paramètres dynamiques de la conduite.

Parmi les verrous scientifiques levés, il faut notamment citer l'élaboration de procédures techniques et juridiques permettant, dans des conditions sécurisées et respectueuses des droits des conducteurs, le déploiement de boîtiers enregistreurs dans des flottes de véhicules de l'administration, l'analyse des relations accidents/incidents et l'utilisation de l'incidentologie comme outil de diagnostic de l'infrastructure.

Ces méthodes de recueil, basées sur les boîtiers enregistreurs et les méthodes d'analyse afférentes, ont également été utilisées dans d'autres projets comme Dymoa (Diagnostic d'infrastructures et dynamique du véhicule pour les motos et les autos) financé par la Fondation sécurité routière. Dans le cadre de ce

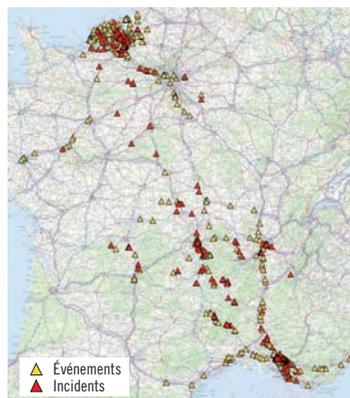
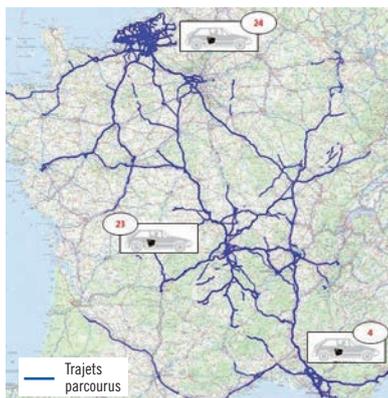


Boîtiers Emma (Enregistreur embarqué des mécanismes d'accidents): version 2, version 3 et version « EmmaPhone »

projet, qui repose principalement sur l'utilisation d'EmmaPhones, de nouvelles fonctionnalités ont été ajoutées comme l'adaptation de la méthode aux spécificités des deux-roues motorisés, l'intégration d'une acquisition vidéo pour disposer d'éléments de contexte et l'élaboration d'un observatoire des vitesses.

La phase 2 du projet S_VRAI consiste à assurer un déploiement plus large des boîtiers enregistreurs, au travers de partenariats avec les collectivités, afin d'étendre l'analyse d'incidents à une plus grande échelle et consolider les outils développés. Depuis 2016 des contrats ont déjà été signés avec des acteurs dans le domaine de la sécurité routière, principalement des conseils départementaux en qualité de gestionnaires de voirie. Un modèle économique a été mis en place autour de ce déploiement et un partenariat avec la société Logiroad a été initié, afin d'assurer le transfert opérationnel des méthodologies développées. Un guide de conformité aux législations relatives à la protection des données à caractère personnel des conducteurs sera soumis à la CNIL afin de mettre en place une procédure simplifiée et pérenne pour réaliser ces travaux, dans la perspective d'un élargissement de partenariats avec d'autres gestionnaires de voirie. Une trentaine de véhicules de chaque département partenaire sera ainsi équipée pour une collecte pendant une durée de 12 mois. Les données obtenues sur les types d'incidents et sur leurs lieux précis de survenue seront utiles pour améliorer les politiques locales de sécurité routière et pour prioriser les programmes d'intervention sur les infrastructures.

Outre les retombées escomptées pour chaque conseil départemental, la mutualisation des données recueillies permettra d'étendre l'analyse de l'incidentologie au niveau national.



Répartition géographique des véhicules équipés, des trajets parcourus et des incidents

SCÈNE EUROPÉENNE

L'Ifsttar plus visible et mieux entendu à Bruxelles

Afin d'assurer la représentation à Bruxelles, Odile Arbeit de Chalendar en fonction au sein de la Direction des affaires européennes et internationales a été nommée depuis mai 2016 auprès du Club des organismes de recherche associés (Clora).

LE CLORA, UNE PLATE-FORME DE LA RECHERCHE PUBLIQUE FRANÇAISE À BRUXELLES

Le Clora facilite l'action des acteurs de la recherche publique française à Bruxelles. Ainsi il assure un rôle d'échange, de veille, d'analyse et d'alerte avec des lettres et notes, journées thématiques, un site clora.eu et un compte twitter d'alerte @clora_eu. Il est un lieu d'échange et de concertation bénéficiant à ses membres.

Des rencontres ont lieu avec le MENESR, la représentation permanente, la Commission et le Parlement notamment.

En 2016, un exposé de position sur Horizon 2020 a été élaboré. D'autres sujets à venir sont le 9^e programme-cadre (FP9) et le Conseil européen de la recherche (ERC). Le Clora compte au total 32 membres, organismes de recherche publics et représentants des universités françaises. L'Ifsttar fait partie d'un premier cercle de 10 membres qui ont une représentation physique à Bruxelles, tout en étant en contact avec les chercheurs.



Claude Marin-Lamellet (Directeur des affaires européennes et internationales adjoint), Odile Arbeit de Chalendar et Jean-Paul Mizzi (Directeur général adjoint) au Clora

DE NOUVEAUX BÉNÉFICIAIRES POUR L'IFSTTAR

La représentation à Bruxelles au sein du Clora permet d'accéder à un niveau d'information plus stratégique (travaux législatifs, actualités européennes, grands enjeux).

Cette information, selon son contenu, est diffusée à la direction générale, aux départements de recherche ou sur Twitter. Les porteurs de projets européens sont aidés également sur demande afin d'accorder leur projet au contexte européen.

Enfin l'Ifsttar développe son influence auprès des instances européennes par des rencontres.



agnes.jullien@ifsttar.fr
claudemarinelamellet@ifsttar.fr

SCÈNE INTERNATIONALE

Une dynamique de partage d'idées pendant les grands congrès

L'Ifsttar organise régulièrement des rencontres de type « *side event* » en lien avec les grands congrès internationaux qui rassemblent de nombreux spécialistes européens et internationaux et permettent de préparer les sujets de collaboration des prochaines années. Ces rencontres s'organisent puis se déroulent en France comme dans d'autres pays.

En 2016, ce type d'événement s'est tenu en lien avec les congrès TRA 2016 (Varsovie) pour le domaine du transport, Setac 2016 (Nantes) pour le domaine de la route, de la ville et de l'environnement, TAP 2016 (Lyon) pour le domaine des véhicules propres et de la pollution de l'air. Les discussions ont concerné tout à la fois les sujets à aborder au plan scientifique, l'innovation, la mutualisation de moyens d'essais ou de calcul et les objectifs des

différents partenaires de par le monde, afin d'inscrire les sujets communs dans le cadre programmatique de H2020 et de prendre en compte les mécanismes de financements de la recherche dans les différents pays.

Différents « *side events* » se sont tenus cette année et ont ainsi permis de préparer de manière plus coordonnée différentes contributions possibles au programme-cadre de la Commission européenne, dans le domaine du transport, de l'énergie, de l'environnement et de la ville. Dans cette dynamique « *amont* », les associations au sein desquelles l'Ifsttar s'inscrit sont pleinement intégrées.



agnes.jullien@ifsttar.fr

Retour sur la 8^e Conférence internationale de la Rilem sur les mécanismes de fissuration et de décollement des chaussées, du 7 au 9 juin à la cité des congrès à Nantes

Soleil de plomb, grandes grèves du mois de juin, menace d'attentats, rien ne sera parvenu à empêcher plus de 230 conférenciers venus de 33 pays étrangers de participer à la conférence MCD2016. L'occasion était donnée de visiter les installations nantaises de l'Ifsttar. Co-organisée par le 241^e comité technique de la Rilem (TC241-MCD) et l'Ifsttar, cette huitième édition, présidée par Armelle Chabot du département Mast, était

consacrée aux modèles et outils avancés pour mieux comprendre les mécanismes à l'œuvre dans les phénomènes de fissuration et de décollement entre couches des chaussées. 6 conférenciers de renom ont exposé leurs travaux de recherche ciblés sur les thèmes de la conférence pilotés par le TC241-MCD, autour de 4 ateliers et 106 présentations (orales et posters sélectionnés et publiés chez Springer (Rilem Bookseries volume 3

soumis à des hausses de trafic de charges lourdes dans le contexte du changement climatique et l'utilisation de nouveaux capteurs (de détection d'endommagement) pouvant être intrusifs dans les routes du futur ont eu lieu. 15 stands d'exposition et 10 sponsors ont permis le financement de moments d'échanges conviviaux, qu'ils soient à la cité, dans le vieux Nantes ou sur l'Île de la Création au Stéréolux.

Suite à la conférence MCD2016, l'édition d'une vingtaine d'articles détaillés dans 3 numéros spéciaux de revue est en finalisation pour 2017. Plusieurs contacts sont établis et resserrés avec les partenaires académiques de l'I-Site NExT sur les méthodes de simulation et de détection des fissures et également avec les États-Unis dans le cadre du nouveau laboratoire (MAPIL: *Missouri Asphalt Pavement and Innovation Lab*) du Professeur Bill Buttlar sur les routes intelligentes.



8^e Rilem MCD2016, 7-9 juin Nantes



armelle.chabot@ifsttar.fr



LA VIE SCIENTIFIQUE RECHERCHE/EXPERTISE

L'année 2016 a marqué la fin d'un cycle de renouvellement du cadre des activités scientifiques de l'Ifsttar. En premier lieu, le cycle d'évaluation de l'Ifsttar par le Hcéres a été bouclé, avec un bilan très positif pour la structuration de notre recherche en cinq départements d'environ 200 personnes, (départements Mast, Gers, Cosys, TS2 et Ame), leur production scientifique, mais aussi l'organisation de l'établissement. Par ailleurs, la démarche de « priorisation des thématiques scientifiques » a été menée à son terme en 2016, en cohérence avec les projets des départements, mais aussi avec les attentes de nos partenaires et de nos ministères de tutelle et avec les perspectives de moyens humains et financiers pour les prochaines années. La finalisation de cette démarche, prenant la forme d'un document de « stratégie scientifique précisée », a été menée en parallèle des échanges avec les directions générales d'administration centrale et avec nos partenaires en vue de l'élaboration de notre Contrat d'objectifs et de performance 2017-2021. Fin 2016, l'Ifsttar dispose ainsi d'un cadre renouvelé. Par ailleurs, les mandats des équipes de direction de quatre de nos départements arrivaient à échéance fin 2016. Elles ont été renouvelées pour des mandats de 5 ans, *via* une procédure ouverte, identique à celle de l'an dernier, intégrant élaboration d'un projet de direction et de management, échanges avec les laboratoires, assemblées générales par site, avis des conseils de départements, présentation des projets en comité exécutif et devant le Conseil scientifique.

Concernant le soutien scientifique, l'année 2016 a vu l'émergence de « projets fédérateurs », un nouvel outil incitatif ayant pour vocation de fédérer des équipes de recherche de l'Ifsttar sur une thématique transversale en stimulant les échanges et rencontres scientifiques, mais aussi d'être des vecteurs d'image et de communication externe de l'Ifsttar, montrant des corpus de recherche larges et intéressant concrètement nos concitoyens, comme « R5G » a su si bien le faire. Pendant l'année, des sujets ont été progressivement élaborés en associant les structures de recherche et quatre projets devraient être lancés en 2017.

Signalons également que l'année 2016 a vu la gestion des corps des chercheurs du développement durable prendre son rythme de croisière, avec un cycle complet de travail (promotions, éméritats, concours, évaluations légères et lourdes).

Du point de vue scientifique, l'année 2016 a été également jalonnée de quelques prix dont la diversité est représentative du spectre des activités de l'établissement, de même qu'une grande production annuelle : quelque 385 articles publiés en journaux internationaux (indicateur 2015), 3 brevets, 9 logiciels déposés, 2 bases de données, et 72 thèses Ifsttar et 8 HDR soutenues.



Serge Piperno
Directeur scientifique



serge.piperno@ifsttar.fr



Antoine Frémont
Directeur scientifique adjoint



antoine.fremont@ifsttar.fr



DÉPARTEMENT MATÉRIAUX ET STRUCTURES



Le département développe des recherches et expertises sur les matériaux, les infrastructures de transport et les grandes structures de génie civil, notamment celles liées à la production et au transport de l'énergie. Il se situe à l'interface entre une recherche académique amont et les applications liées à ses thématiques. Il dispose de grands équipements de recherche nécessitant des équipes techniques importantes. Ses actions de recherche, dont quelques faits marquants pour 2016 sont présentés, s'inscrivent dans trois thématiques :

- La durabilité des infrastructures stratégiques
- Le développement d'une économie circulaire de la construction
- Les innovations de rupture dans les infrastructures de transport

Durabilité des infrastructures stratégiques (transports, réseaux, production énergie)

Instrumentation, auscultation, surveillance et gestion des infrastructures et des ouvrages d'art

- Validation en laboratoire du système de monitoring de la corrosion et de la fatigue des fondations d'éoliennes offshore (Programme SURFFEOL avec la Région Pays de la Loire);
- Instrumentation et expérimentation de la résistance d'une poutre de VIPP renforcé par composites, dans le cadre du projet CLERVAL du Cerema (prix de l'innovation 2016 du Cerema);
- Clôture du projet ANR-EVADEOS (Évaluation non destructive pour la prédiction de la dégradation des structures et l'optimisation de leur suivi) en janvier 2016;
- Clôture des opérations de recherche APOS (Auscultation pour des ouvrages sûrs) et MCV (Maîtrise du cycle de vie des ouvrages); livrables sous forme d'actes interactifs : <http://www.ifsttar.fr/collections/ActesInteractifs/AI11>;
- Développement de l'application web du simulateur de Réseaux routiers virtuels (RRV) et du système de Gestion simplifiée des routes (GSR) (optimisation de l'efficacité des travaux).

Réactions de gonflement interne (RGI) des bétons

- Soutenance de la thèse de Nam Nghia Bui sur le mécanisme de précipitation et croissance cristalline de l'ettringite (RSI ou attaque externe);
- Achèvement du séjour de 2 ans de Y. Kawabata, chercheur invité du PARI (Japon) : étude et modélisation des effets du fluage sur le comportement des structures atteintes de RGI et influence des RGI sur les propriétés de transfert hydrique des matériaux.

Durabilité des matériaux cimentaires

- Étude des interactions abiotiques entre l' H_2S et différents matériaux cimentaires dans les réseaux d'assainissement pour la mise au point des conditions d'un test accéléré;
- Soutenance de la thèse de Rim Ragoug : « Attaque sulfatique externe des matériaux cimentaires – Impacts de l'âge, de la composition du liant et de la présence de chlorures » (meilleure connaissance de la durabilité des bétons en contact précoce avec l'eau de mer).

Durabilité des polymères, câbles et armatures

- Expérimentation sur la relaxation et le comportement en température des câbles de précontrainte des enceintes nucléaires dans le cadre du projet ANR Macena (Maîtrise du confinement d'une enceinte en accident);
- Engagement de la rénovation du grand équipement Ifsttar « Banc de fatigue des câbles » dans le cadre du projet PIA-Ademe OCEAGEN.

Comportement mécanique des ouvrages

- Amélioration de la modélisation probabiliste du béton armé fissuré : prise en compte des hétérogénéités;
- Essais couplés de transfert/fissuration dans les structures en béton armé (ANR MACENA);
- Développement d'une méthode de vérification de la résistance des murs en maçonnerie par mécanique à la rupture; organisation des premières journées nationales de la maçonnerie.

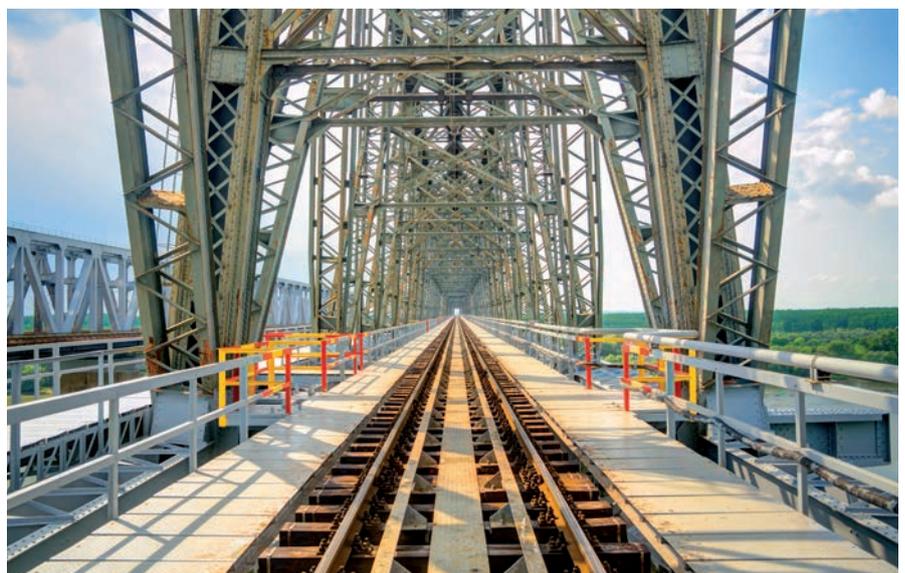
Modélisation et durabilité des routes

- Analyse de chaussées fissurées : soutenance de thèse de Hanan Nasser sur la résolution de modélisation multi-particulaire des chaussées discontinues; collaboration Colas (essais accélérés FABAC); Thèse Lames/Gem (ECN);

- Analyse du renforcement des chaussées par grilles de verre dans l'ANR SolDuGri (essais manège + thèse collage);
- Analyse des effets combinés gel/dégel, pluie et trafic (Post-Doc en coopération avec le MTQ du Québec);
- Poursuite du projet européen ITN *Sustainable Pavement and Railway* (Thèse durabilité des enrobés recyclés);
- Organisation en juin à Nantes de la 8^e conférence internationale de la Rilem MCD 2016 sur les mécanismes de fissuration et de décollement des chaussées (mcd2016.sciencesconf.org) – Publication Rilem Bookseries (Springer).

Réparation, renforcement et réduction des risques

- Soutenance de la thèse d'Astrid Billon sur le développement d'un test de *pull-off* non destructif destiné à contrôler le collage des renforcements par matériaux composites;
- Démarrage du projet européen FASSTbridge comportant une partie sur le dimensionnement des assemblages collés et leur durabilité.



Développer une économie circulaire de la construction

Matériaux alternatifs pour les infrastructures et le bâtiment

- Mise en place du LIA (Laboratoire international associé) ECOMAT avec l'Université de Sherbrooke (Québec) sur les matériaux cimentaires à faible teneur en clinker ; démarrage d'une thèse en cotutelle sur l'utilisation de matériaux alternatifs au ciment (poudre de verre broyée + boue calcinée) ;
- Soutenance de la thèse d'Hajjer Rabii sur la durabilité des composites renforcés par des fibres naturelles ;
- Développement de liants routiers issus de la biomasse (projet ANR Algoroute, projet Infravation européen Biorepavation).

Infrastructures de transport innovantes

Routes innovantes

- Dans le cadre du projet européen H2020 FOX, état de l'art des innovations dans les domaines des méthodes d'auscultation, des matériaux et structures et du recyclage des chaussées ;
- Test sur le manège de fatigue des complexes de pelouse artificielle recouverte par des dalles de protection, destinées à la circulation des poids lourds (pour le stade de rugby Arena 92) ;
- Achèvement des essais sur le manège de fatigue de chaussées en dalles béton, incorporant des dispositifs de recharge des véhicules électriques par induction ;
- Test du démonstrateur de chaussée dégivrante réalisée à Egletons avec le Cerema ;
- Développement d'une maquette de chaussée solaire, installée sur Sense-City.

Cycle de vie et recyclage

- Soutenance de la thèse d'Aurélien Neveu sur la fracturation des matériaux granulaires : application à l'optimisation du concassage, en particulier lors du recyclage ;
- Démarrage d'une thèse sur la redécouverte des procédés traditionnels de construction en terre crue.

Procédés, fluides et matériaux complexes

- Étude du séchage d'empilements de grains de différentes tailles (du nanomètre au millimètre), saturés avec un liquide simple ou un fluide ;
- Étude sur banc d'essai de la récupération de chaleur fatale et optimisation de l'injection des matériaux granulaires humides dans les fours rotatifs.

Ouvrages innovants

- Développement du collage structural (projet FASSTbridge) et des matériaux hybrides (avec l'ISAT) ;
- Composites à base de bois : finalisation d'une thèse sur les bétons de granulats de bois ;
- Clôture du projet RGCU BADIFOPS, publication de normes de produit et de calcul couvrant les BFUP et en particulier la conception parasismique ;
- Soutenance de la thèse de Thomas Guenet dédiée à la mise au point d'un outil de calcul avancé des structures en BFUP tenant explicitement compte de l'orientation et de la distribution des fibres.

Voies ferrées innovantes

- Projet FUI Reves : démarrage en mars 2016 de la thèse CIFRE SNCF d'Octavio Perez pour développer un modèle de fluage pour enrobés bitumineux (modèle visco-plastique) en remplacement du ballast ;
- Soutenance de la thèse d'Omar Moreno sur la tenue des voûtes de maçonnerie fissurées (RATP), mise au point d'un modèle dans CESAR-LCPC.

ORGANISATION DU DÉPARTEMENT

MAST

MATÉRIAUX ET STRUCTURES

Directeur : **Thierry Kretz**
 Directeur délégué (MLV) : **Jean-Michel Torrenti**
 Directeur adjoint (Nantes) : **Christian Tessier**
 Directeur adjoint international : **Bruno Godart**
 Responsable des actions techniques et d'innovation : **F. Anfosso-Ledee**
 Responsable administrative : **Valérie Fournier**

MANAGEMENT SCIENTIFIQUE

Dir. adjoint R&D : **François Toutlemonde**
 Délégué scientifique Navier : **Jean-Noël Roux**
 (Animateurs des ARD)

FM2D

LABORATOIRE FORMULATION, MICROSTRUCTURE, MODÉLISATION ET DURABILITÉ

Directeur : **Teddy Fen-Chong**
 Adjointe : **Véronique Baroghel-Bouny**

CPDM

LABORATOIRE COMPORTEMENT PHYSICO-CHIMIQUE ET DURABILITÉ DES MATÉRIAUX

Directeur : **Loïc Divet**
 Adjoint : **Thierry Chaussadent**

LABORATOIRE NAVIER

Directeur : **Karam Sab**
 Adjoint : **François Chevoir**

GPEM

LABORATOIRE GRANULATS ET PROCÉDÉS D'ÉLABORATION DES MATÉRIAUX

Directeur : **Grigore Cazaciu**
 Adjoint : **Patrick Richard**

MIT

LABORATOIRE MATÉRIAUX POUR INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

Directeur : **Ferhat Hammoum**
 Adjoint : **Thierry Sedran**

SDOA

LABORATOIRE SÉCURITÉ ET DURABILITÉ DES OUVRAGES D'ART

Directeur : **Pierre Argoul**
 Adjoint : **André Orcesi**

EMMS

LABORATOIRE EXPÉRIMENTATION ET MODÉLISATION DES MATÉRIAUX ET DES STRUCTURES

Directeur : **Pierre Marchand**
 Adjoint : **Renaud-Pierre Martin**

SMC

LABORATOIRE STRUCTURES MÉTALLIQUES ET À CÂBLES

Directeur : **Laurent Gaillet**
 Adjoint : **Lamine Dieng**

LAMES

LABORATOIRE AUSCULTATION, MODÉLISATION, EXPÉRIMENTATION DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

Directeur : **Pierre Hornych**

DÉPARTEMENT GÉOTECHNIQUE, ENVIRONNEMENT, RISQUES NATURELS ET SCIENCES DE LA TERRE



Le département GERS a pour cœur d'activité les géosciences appliquées au génie civil et à l'aménagement. Il regroupe une grande partie des compétences de l'Ifsttar dans les domaines de la géotechnique, la géologie, l'hydrologie, la chimie environnementale, la géophysique et l'auscultation. Le département compte six laboratoires propres et participe à deux unités mixtes de recherche. Les effectifs du département se répartissent entre les sites de l'Ifsttar de Nantes-Bouguenais (60 %), Marne-la-Vallée (30 %), Bron (7 %). Quatre agents sont localisés à Grenoble au sein de l'UMR ISTerre.

Les agents du département Gers mènent des recherches finalisées dans quatre champs thématiques rattachés au Contrat d'objectifs et de performance de l'Ifsttar :

- l'ingénierie géotechnique et plus particulièrement le développement des technologies de fondations, d'ancrages et de soutènements, la conception des ouvrages en terre ou encore l'amélioration des techniques de terrassement ;

- la prévention des risques naturels depuis la connaissance, la modélisation et la prévision des aléas (sismiques, rocheux, hydrauliques), jusqu'à l'étude de la résistance des constructions et au suivi et la conception de dispositifs de protection ;
- l'eau et l'aménagement des villes au travers de deux activités principales que sont l'étude de l'influence des aménagements urbains sur les bilans

hydriques et thermiques associés ainsi que sur la qualité des eaux de surfaces et des eaux souterraines et l'évaluation des risques de pollution associés à l'utilisation de matériaux recyclés en génie civil ;

- Le développement de techniques géophysiques et de méthodes innovantes d'évaluation non destructives pour l'exploration du proche sous-sol et la surveillance des structures de génie civil.

Les recherches conduites sont souvent de nature appliquée et combinent des caractérisations de propriétés de matériaux en laboratoire, des essais sur modèles réduits, des suivis expérimentaux *in situ*, la modélisation numérique et parfois des développements matériels. Le département dispose d'équipements scientifiques remarquables et notamment d'une centrifugeuse géotechnique équipée d'un simulateur de séismes pour conduire des études sur modèles réduits, d'une station de chute de blocs pour tester les matériels de protection pare-blocs, d'un banc d'essais ultrasonores pour tester de nouvelles méthodes de mesure géophysiques sur modèles réduits et de divers laboratoires de chimie et de mécanique des sols. Les participations et animations d'associations scientifiques et techniques, de conseils scientifiques ainsi que les activités de normalisation et d'expertise occupent historiquement une part significative de l'activité des agents du département. Elles sont en effet essentielles pour assurer les échanges avec les milieux professionnels et faire émerger des problématiques scientifiques en lien avec les applications et répondant à des besoins opérationnels.



eric.gaume@ifsttar.fr

2016 EN BREF

3^e CONGRÈS EUROFUGE, DU 1^{er} AU 3 JUIN, À NANTES

Avec la centrifugeuse de l'Ifsttar, les bassins de carène et de houle de l'École Centrale et la soufflerie du CSTB, Nantes est la ville européenne rassemblant le plus grand nombre d'équipements pour la modélisation physique. Ceux-ci permettent d'étudier, sur des modèles réduits et à moindre coût, le comportement des ouvrages en vraie grandeur. Le 3^e congrès Eurofuge, organisé sur le site de l'Ifsttar de Nantes, a réuni une centaine de spécialistes venus échanger sur les infrastructures et les équipements de modélisation physique et sur leur utilisation pour l'étude des risques naturels et la conception des infrastructures de production d'énergies renouvelables.

LA VIII^e BIENNALE DU RAP DU 4 AU 10 NOVEMBRE EN GUADELOUPE

Le Réseau accélérométrique permanent (RAP) créé en 1995 sous l'égide du ministère en charge de l'Environnement est une composante de l'Equipex RESIF. Il est dirigé par Philippe Guéguen, directeur de recherche de l'Ifsttar, en poste au sein de l'UMR ISTERRE. Il s'agit d'un réseau d'instruments de suivi de l'activité sismique et des mouvements induits des sols et des constructions. Le RAP constitue l'un des outils majeurs de la recherche sismologique française. Tous les deux ans, la communauté des utilisateurs des données du RAP organise une conférence scientifique et technique. La 8^e édition a été organisée aux Antilles, au cœur de la zone du territoire français à l'activité sismique la plus intense.

PRÉVISION DISTRIBUÉE DES CRUES SOUDAINES : VERS UNE ESTIMATION DES IMPACTS POTENTIELS

Un partenariat avec le Cerema et la Caisse centrale de réassurance (CCR) a permis à l'Ifsttar de développer, au cours d'une thèse de doctorat, un prototype de modèle de prévision des impacts potentiels des crues soudaines : nombre de bâtiments dans l'emprise inondée prévue. Il s'agit à terme de proposer aux gestionnaires de crises des informations rapidement exploitables pour identifier les priorités et faciliter les prises de décisions. Le prototype a été appliqué aux Départements du Gard et du Var. La comparaison des sinistres recensés – base de données de la CCR – et des sorties du prototype pour des crues majeures récentes a permis de vérifier le potentiel de l'approche.

PROJET ANR MENTOR : AMÉLIORER LES MESURES DANS LES SYSTÈMES D'ASSAINISSEMENT URBAINS

Le projet MENTOR (<http://www.gemcea.org/projets/mentor>), coordonné par l'Ifsttar, avait pour but d'améliorer les pratiques de mesure des flux d'eau et de polluants dans les réseaux d'assainissement urbains. Dix partenaires ont participé à ce projet (Ifsttar, Insa – LGCIE, IMFS – HU, Insa – LMFA, Leesu, EVS, Nantes Métropole, Lyonnaise des eaux, Grand Lyon, GEMCEA). La journée de clôture a eu lieu le 4 février 2016. Les résultats ont été publiés dans des revues scientifiques et techniques et sous la forme de guides techniques à l'usage des gestionnaires, des bureaux d'études et des services de l'État (agences de l'eau).

EXPERTISE SUR LES NIVEAUX DE VIBRATION ATTENDUS AUTOUR DU CONTOURNEMENT DE ROUEN

Une étude a été commandée à l'Ifsttar par la Dreal Normandie afin d'estimer les niveaux de vibration attendus à proximité du futur contournement autoroutier de Rouen, en particulier au niveau du centre d'essais techniques hydrodynamiques de la Direction générale de l'armement, situé à proximité du tracé. Après des investigations géophysiques et géotechniques approfondies du site, un modèle numérique a permis d'analyser la propagation de vibrations typiques du trafic prévu sur cet axe routier. L'étude détaillée a mis en évidence les effets topographiques et le rôle atténuateur des matériaux de remblai dans la propagation des vibrations. Elle a permis de conclure que le niveau de vibration attendu est très faible, de l'ordre de grandeur du bruit de fond.



FOCUS SUR 2016

ÉOLIEN OFFSHORE : TROIS PROJETS IFSTTAR SÉLECTIONNÉS LORS DE L'APPEL D'OFFRES WEAMEC 2016

La Région Pays de la Loire se positionne résolument comme un territoire d'innovation et de développement des énergies marines renouvelables en France. En 2015, à l'initiative de la Région, le *West Atlantic Marine Energy Center* (WeAMEC), fédérant les centres de recherche et les industriels, a été créé afin de soutenir cette ambition. À l'occasion du premier appel d'offres de recherche lancé par le WeAMEC en 2016, les trois projets candidats, coordonnés par des chercheurs de l'Ifsttar/Gers, ont été retenus. C'est le signe de la pertinence de l'offre de recherche et d'innovation de l'Ifsttar dans le domaine des énergies renouvelables. Les trois projets retenus, qui structureront l'activité du département Gers dans le domaine des énergies marines renouvelables ces trois prochaines années, sont les suivants : REDENV-EOL, associant des chercheurs de l'École centrale de Nantes et de l'Université de Saint-Nazaire, vise à élaborer une base de données expérimentale de référence pour la conception et le dimensionnement des ancrages d'éoliennes flottantes à partir d'essais en centrifugeuse. L'étude détaillée de l'effet des tractions cycliques sur la tenue des ancrages sera le cœur de cette recherche. Le projet OMCEND, associant des chercheurs de l'École centrale de Nantes, a pour objectif de transposer la technologie des ondes guidées, mise au point à l'Ifsttar pour l'auscultation des câbles structurels métalliques, à l'évaluation non destructive des câbles de raccordement des éoliennes flottantes. La recherche combinera des approches numériques et expérimentales afin de mieux comprendre et maîtriser la propagation des ondes acoustiques dans ces câbles électriques à l'architecture particulière. L'objectif est de proposer à terme des techniques opérationnelles d'auscultation des raccordements des câbles, fortement sollicités par les mouvements des structures, afin de détecter de manière précoce les risques de rupture. Enfin, le projet PROSE se propose d'optimiser les méthodes géophysiques électriques et sismiques d'imagerie du proche sous-sol lorsqu'elles sont appliquées au proche *offshore*, notamment en proposant de nouvelles sources sismiques adaptées. Le but est d'améliorer les méthodes de prospection pour l'implantation des structures éoliennes et de leurs câbles de raccordement. Le projet, qui associe des équipes de recherche de l'École centrale et de l'université de Nantes, reposera sur la modélisation numérique, des études expérimentales à échelle réduite (banc MUSC de l'Ifsttar et cuve acoustique) et sur des essais *in situ* à partir de la plateforme d'expérimentation SEMREV, installée au large de Saint-Nazaire.

ORGANISATION DU DÉPARTEMENT

GERS

GÉOTECHNIQUE, ENVIRONNEMENT,
RISQUES NATURELS ET SCIENCES
DE LA TERRE

Directeur : **Eric Gaume**

Responsable administrative : **Jeannine Leroy**

Directeurs adjoints : **Philippe Cote**
(site de Nantes, activité contractuelle),

Jean-Pierre Rajot

(site de Bron, animation géotechnique),

Jean-François Semblat

(site de Marne-la-Vallée, animation risques naturels)

GÉOEND

LABORATOIRE GÉOPHYSIQUE
ET EVALUATION NON DESTRUCTIVE

Directrice : **Odile Abraham**

LEE

LABORATOIRE EAU
ET ENVIRONNEMENT

Directeur : **Claude Joannis**

Adjointe : **Véronique Ruban**

GMG

LABORATOIRE GÉOMATÉRIAUX
ET MODÉLISATION GÉOTECHNIQUE

Directeur : **Luc Thorel**

Adjoint : **Thierry Dubreucq**

SRO

LABORATOIRE SOLS, ROCHES
ET OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

Directeur : **Christophe Chevalier**

SV

LABORATOIRE SÉISMES ET VIBRATIONS

Directeur : **Jean-François Semblat**

RRO

LABORATOIRE RISQUES ROCHEUX
ET OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

Directeur : **Jean-Pierre Rajot**

Adjoint : **Patrick Joffrin**

LABORATOIRE NAVIER

(UMR 8205 Ecole des Ponts / Ifsttar / CNRS)

Directeur : **Karam Sab**

ISTERRE

INSTITUT DES SCIENCES DE LA TERRE
(UMR 5275 Université Joseph Fourier / CNRS /
Université Savoie Mont Blanc / IRD / Ifsttar)

Directeur : **Stéphane Guillot**

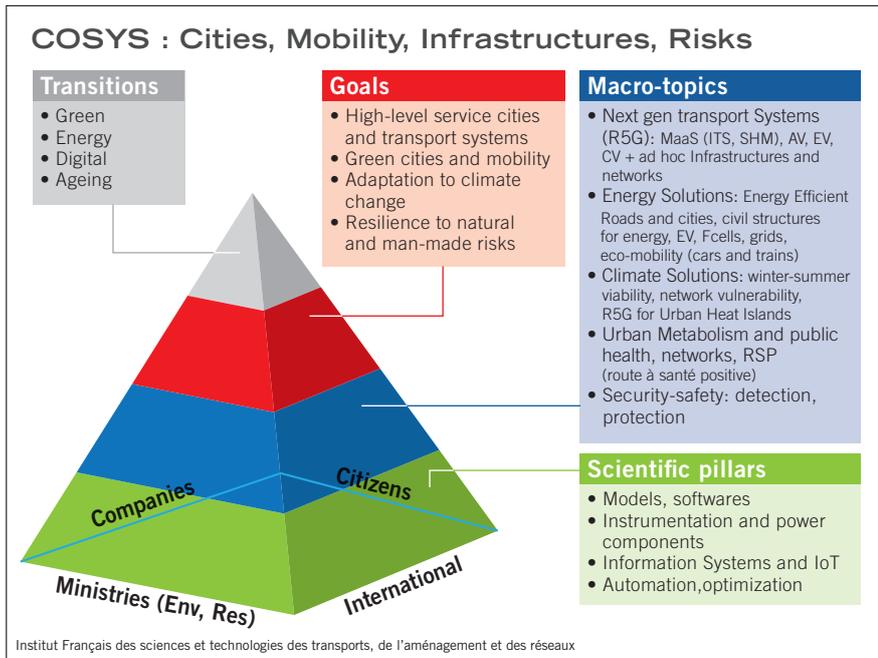
DÉPARTEMENT COMPOSANTS ET SYSTÈMES



Le département Composants et systèmes (COSYS) se donne 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 Route de 5^e Génération (R5G) que le département pilote.





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. Fort de 270 personnes dont près de 80 doctorants et réparti sur 7 sites, il réunit 10 laboratoires offrant un large éventail de disciplines scientifiques qui relèvent du domaine des sciences et technologies de l'information et de la communication et des sciences pour l'ingénieur.

Il participe à I4S (*Inference for Structures*), équipe projet commune avec Inria Rennes Bretagne Atlantique depuis 2013, à 2 unités mixtes, le Licit avec l'ENTPE et l'équipe Tema du Satie, mais aussi à 2 équipes de recherche communes, avec le CEA-Leti (Carmin) et l'École Polytechnique (Nacre). Il participe à deux GIS dont il assure la présidence du Conseil scientifique ou la coordination : ITS et Dursi.

Le département se trouve très impliqué dans l'action européenne et internationale. Il pilote ou copilote les réseaux d'excellence Eurnex, Nearctis, Hycon2, participe à des plateformes technologiques ou conseils tels que ECTP ou Errac. Il a contribué à plus de 45 projets du 7^e PCRD et poursuit dans H2020.

Le département participe fortement au Programme d'investissements d'avenir : IRT Railenium, SystemX et Jules Verne, ITE Vedecom et Efficacity, Equipex Sense-City qu'il coordonne.

Il s'implique de façon volontariste dans la relation industrielle avec des entreprises de toutes les tailles dans le secteur des transports, des infrastructures, de l'énergie et des télécommunications. La création d'emploi à travers des start-up ou plus globalement du transfert de technologies constitue une ambition forte du département.

Le projet scientifique du département s'articule autour de quatre piliers de compétences en réponse aux forts enjeux sociétaux et économiques visés. Les macro-sujets articulent ces piliers aux enjeux sociétaux auxquels l'I4sttar répond. Ils visent notamment le soutien au déploiement du véhicule autonome et des nouveaux services de mobilité, les solutions énergie-climat, l'articulation ville transport et santé, sans oublier la sûreté et la sécurité.

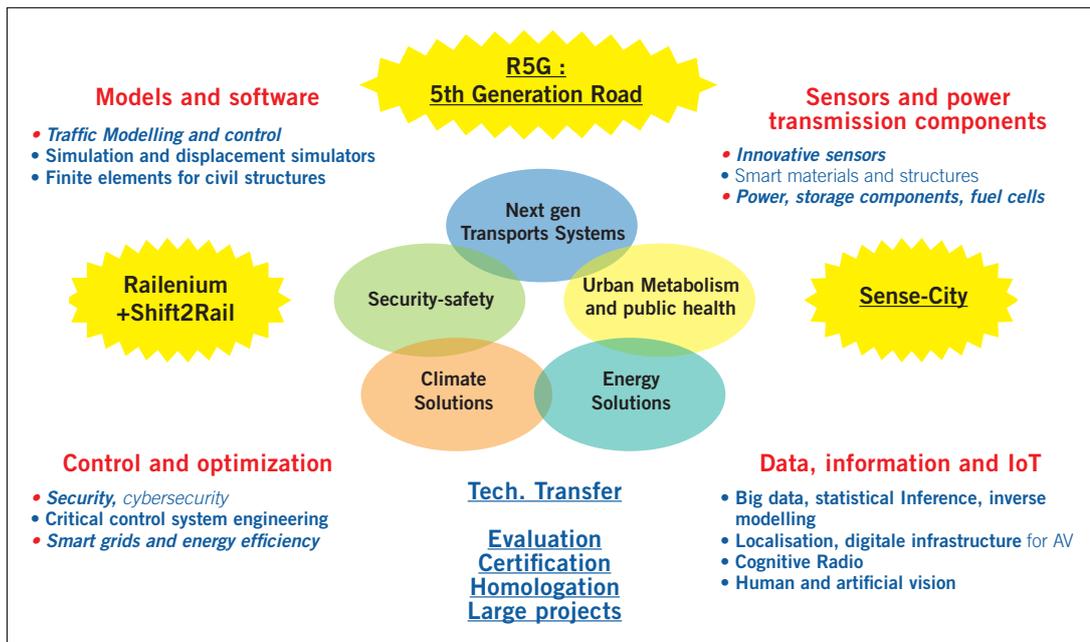
Des résultats d'une portée remarquable ont marqué cette année dédiée à la transition digitale et écologique des transports.

Dans le domaine de la gestion intelligente des réseaux, on a pu démontrer en simulation la faisabilité de doubler la capacité des réseaux ferroviaires

à écouler du fret par une régulation fondée sur une modélisation numérique détaillée, ceci à l'échelle d'un tronçon de 100 km de la ligne Paris-Le Havre. La régulation d'accès sur autoroutes urbaines a également prouvé, en action, tout son intérêt en supprimant les congestions sur l'autoroute A25, à l'instar des succès passés en Île-de-France qui ont décidé la Dirif à déployer avec l'aide de Cosys la régulation sur l'ensemble des voies rapides franciliennes. Cette recherche-action a aussi fourni une preuve de concept en situation réelle des données embarquées (FCD) en substitution ou en complément des boucles fixes.

En ce qui concerne les infrastructures, Cesar dispose de nouveaux outils de calcul dynamique des ouvrages en terre armée pour soutenir les voies TGV, jalon essentiel vers l'acceptabilité par la SNCF de ces ouvrages économiques et de faible empreinte.

Par ailleurs, la transition digitale des transports et de la ville s'est concrétisée par un bouquet de résultats sur l'analyse de données en masse pour la mobilité et les réseaux urbains qui apportent une compréhension nouvelle des profils de consommation journalière et de leur évolution, ce qui aide les opérateurs à optimiser la gestion des systèmes de transport ou de production d'eau.



Les macro-sujets comme levier de mobilisation des compétences

L'Internet des objets pour des applications sécuritaires dans le domaine ferroviaire a également rencontré le succès en innovation européenne. La simulation du véhicule à conduite partiellement déléguée a franchi une nouvelle étape structurante pour la *joint-venture* avec ESI à travers la décision de présenter les technologies de l'Ifsttar au CES 2017 de Las Vegas. Le positionnement en ville alliant GNSS et cartes 3D a vu une réduction d'un facteur 10 du risque d'intégrité, progrès essentiel pour le déploiement du véhicule autonome.

Les succès de Luxondes et de Stanley Robotics, start-up de l'Ifsttar portées par des chercheurs du département, confirment le bien-fondé du corpus de connaissances et d'outils sous-jacents mais aussi le dynamisme des personnes aux commandes.

Le département a d'ailleurs poursuivi son effort d'innovation dans le digital à travers la création de la start-up Ecotropy qui évalue par avance la performance de rénovations énergétiques des bâtiments et offre des outils numériques utiles à la garantie des performances énergétiques, sans oublier le projet de maturation SmartR pouvant déboucher sur une start-up qui, à bas coût, pèsera les véhicules par nanomatériaux. Le dépôt de 7 brevets en 2016 prépare l'innovation de demain.

Route Solaire Hybride présentée à la COP21 et à la COP22, dégivrage

intelligent des voies de métro, déploiement d'un réseau ultra-dense de capteurs de qualité de l'air, calcul temps réel de cartes dynamiques de la pollution liée au trafic qui sous-tend l'initiative ITS4Climate, *smart grid* pour les gares avec Efficacity, éclairage urbain par LED constituent autant de leviers d'innovation pour la transition écologique et énergétique des transports et de la ville.

La R5G confirme son potentiel de transformation des pratiques en matière d'innovation territoriale avec le lancement de grands *living labs* en innovation ouverte comme la LGV BPL, la reconversion de la RD199 en boulevard urbain de nouvelle génération, à Champs-sur-Marne, le lancement de l'*Open Highway Innovation Lab* A355 à Strasbourg et la contribution au Laboratoire des usages en Nouvelle Aquitaine.

Marqueur déjà bien visible en France et à l'étranger de l'implication décisive du département dans la transition énergétique et la mutation des transports, la R5G a su mobiliser des industriels dans une réponse très ambitieuse et potentiellement structurante à l'appel Ademe Route du Futur.

L'année 2016 initie donc un changement d'échelle des innovations propices au déploiement de la mobilité comme service, coopérative, électrique, autonome, mais aussi de l'Internet des objets.

À l'International, le nouveau MOU avec le *Politecnico de Milano* inclut la formation doctorale croisée. Trois expertises de haut niveau pour l'Université de Tongji et l'Université de Beijing Jiaotong, dont le *State Key Laboratory of Rail Traffic Control and Safety*, ont donné lieu à des échanges très riches avec plusieurs équipes.

Outre le démarrage de plusieurs projets européens, la mise en place de plusieurs projets dans le cadre de Shift2Rail a été préparée avec Railenium. Cette montée en visibilité internationale s'est également traduite par la visite de Mitsubishi à Satory, motivée par les compétences distinctives de l'institut en matière de compréhension et d'évaluation du vieillissement des composants de puissance.

L'ensemble de ces connaissances cristallisées dans des outils numériques permettent de mieux exploiter les systèmes de transport, de mieux évaluer les pollutions liées au trafic ou à l'activité urbaine, de préparer la transition vers une mobilité écologique et des territoires à énergie positive, de favoriser la mobilité active des personnes de tous âges. Les acteurs du transport requièrent la capacité d'expertise, de simulation et de traitement des données offertes par ces connaissances et ces outils.



frederic.bourquin@ifsttar.fr

FOCUS SUR 2016

LA RÉGULATION DE TRAFIC

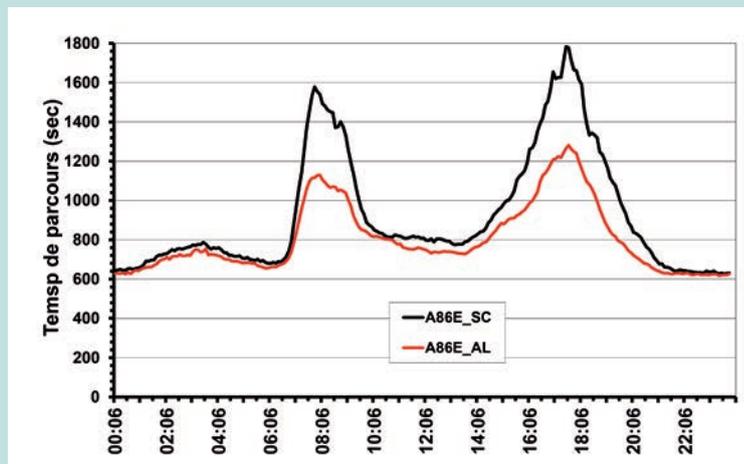
L'exploitation optimale des infrastructures de transport existantes aide les acteurs du territoire à mieux gérer l'espace public et à augmenter à faible coût la capacité des infrastructures. À cette fin, l'Ifsttar a développé et confronté au réel des concepts et outils de grande maturité : le prototypage virtuel de stratégies de régulation de trafic sur les voies rapides en Île-de-France et dans les Hauts-de-France, grâce à la plateforme Magister, l'évaluation de stratégies de régulation ou d'une gestion dynamique des voies, y compris par utilisation de la BAU, la supervision multimodale de la mobilité à l'échelle d'un territoire. La plateforme générale de simulation Magister permet en effet de préfigurer des stratégies de contrôle dynamique des accès et de gestion dynamique des vitesses, de guidage des usagers et de régulation des carrefours. La stratégie Alinea de contrôle des accès est opérationnelle sur toute la partie est des autoroutes de l'Île-de-France, en Hollande (périphérique d'Amsterdam), à Glasgow (RU) et en Australie (VIC).

Ces outils opératoires ont dévoilé leur potentiel : si la régulation sur l'A86E a mis en lumière un potentiel d'amélioration significatif de la circulation (gain de 10 % sur



Exemple de régulation d'accès

plusieurs indicateurs), la régulation dynamique de vitesse et d'un accès sur un tronçon de l'A25 améliore drastiquement la fluidité du trafic, voire supprime les congestions, tout en soutenant la mobilité de davantage de personnes.



Amélioration du temps de parcours sur l'A86E

Fondée sur ce succès, la Dirif a engagé en 2016 la mise en place d'une régulation de 75 accès sur toutes les voies rapides urbaines d'Île-de-France. C'est une 1^{re} mondiale. Enfin, la chaire industrielle Abertis sur l'exploitation des infrastructures de transport témoigne d'une reconnaissance internationale d'une expertise profonde sur l'évaluation *a posteriori* des stratégies de régulation du trafic urbain à l'échelle des métropoles, expertise mise à profit de toutes les stratégies de gestion dynamique des voies en Île-de-France.



habib.haj-salem@ifsttar.fr
simon.cohen@ifsttar.fr

ORGANISATION DU DEPARTEMENT

COSYS

COMPOSANTS ET SYSTÈMES

Directeur : **Frédéric Bourquin**

Directrice adjointe : **Marion Berbineau**

Responsable administrative : **Annick Bertrand**

ESTAS

ÉVALUATION DES SYSTÈMES DE TRANSPORTS AUTOMATISÉS ET DE LEUR SÉCURITÉ

Directeur : **Joaquin Rodriguez**

GEOLOC

GÉOLOCALISATION

Directrice : **Valérie Renaudin**

GRETTIA

GÉNIE DES RÉSEAUX DE TRANSPORTS RESTREINTS ET INFORMATIQUE AVANCÉE

Directeur : **Jean-Patrick Lebacque**

Adjointe : **Régine Seidowsky**

LEOST

LABORATOIRE ÉLECTRONIQUE, ONDES ET SIGNAUX POUR LES TRANSPORTS

Directeur : **Charles Tatkeu**

LEPSIS

LABORATOIRE EXPLOITATION, PERCEPTION, SIMULATEURS ET SIMULATIONS

Directeur : **Didier Aubert**

Adjoint : **Éric Dumont**

LICIT

LABORATOIRE D'INGÉNIERIE CIRCULATION TRANSPORT

Directeur : **Nour-Eddin El Faouzi**

Adjoint : **Ludovic Leclercq**

LISIS

LABORATOIRE INSTRUMENTATION, SIMULATION ET INFORMATIQUE SCIENTIFIQUE

Directeur : **Patrice Chatellier**

Adjoint : **François Derkx**

LIVIC

LABORATOIRE SUR LES INTERACTIONS VÉHICULES-INFRASTRUCTURE-CONDUCTEURS

Directeur : **Dominique Gruyer**

Adjoint : **Olivier Orfila**

TEMA

TECHNOLOGIES POUR UNE ÉLECTROMOBILITÉ AVANCÉE

Directeur : **Zoubir Khatir**

MACSI

LABORATOIRE MATÉRIAUX, ASSEMBLAGES, COMPOSITES, STRUCTURES INSTRUMENTÉES

Directeur : **Monsef Drissi-Habti**

SII

LABORATOIRE STRUCTURE ET INSTRUMENTATION INTÉGRÉE

Directeur : **Louis-Marie Cottineau**

Adjoint : **Vincent le Cam**

DÉPARTEMENT TRANSPORT, SANTÉ, SÉCURITÉ

Le département TS2 regroupe l'essentiel des équipes de l'Ifsttar œuvrant dans le domaine de la santé et/ou de la sécurité dans les transports.



Une dimension privilégiée du département est la sécurité des déplacements terrestres, en particulier routiers.

En matière de sécurité, les facteurs d'insécurité relèvent du véhicule, de l'infrastructure ou de l'utilisateur : le département vise particulièrement la connaissance des facteurs humains et de leurs interactions avec le véhicule et, dans une moindre mesure, avec l'infrastructure.

Le département s'attache également à la connaissance des blessures (létales ou non) induites par les accidents de la route et des mécanismes lésionnels associés, ainsi qu'à l'évaluation de la protection par le développement d'outils et méthodes. Enfin, la connaissance du devenir des victimes (et de leurs proches) est une question essentielle également étudiée.

Ceci se décline en 7 thématiques de recherche stratégiques :

1. **Évaluation et aide à la décision en matière de transport ;**
2. **Les facteurs d'insécurité routière primaire et les interactions homme-machine ;**
3. **Les conséquences de la mobilité sur la morbidité ;**
4. **L'homme virtuel ;**
5. **L'utilisateur de la voiture automatisée et connectée ;**
6. **La mobilité de l'Homme fragilisé, vieillissement et handicap ;**
7. **La santé et la mobilité du quotidien.**

Le département TS2 est très multidisciplinaire par nature et par nécessité pour répondre aux priorités précédentes. Il réunit des disciplines qui relèvent tant des sciences humaines et sociales que des sciences pour l'ingénieur ou les sciences de la vie. Il est fortement ancré à l'université avec ses 3 UMR.

En 2016, de nombreux résultats de recherches et de thèses soutenues ont permis de faire progresser la connaissance sur ces thématiques, comme le montrent, à titre d'exemple, le focus et les brèves (*voir pages suivantes*).

On notera également que la question de l'automatisation des véhicules, tant particuliers que poids lourds, devient incontournable et a complètement bousculé les anciens débats entre véhicules particuliers et transports collectifs. L'automatisation des véhicules pose à l'évidence des questions importantes en matière de sécurité routière, que ce soit dans la circulation même de ces véhicules, dans la phase de transition avec la cohabitation entre ces nouveaux véhicules et les véhicules actuels, dans les interactions avec les usagers vulnérables (piétons, 2 roues, etc.) ou dans les nouveaux usages de ces véhicules, dans lesquels il n'y a aucune raison, par exemple, de penser que les postures des passagers doivent rester identiques aux postures actuelles. Des questions telles que la reprise en main du véhicule par le conducteur

potentiel en cas de danger, ou pour d'autres raisons, sont également à prendre en compte. Le déploiement de l'automatisation ne pourra se faire que si les questions de sécurité ont été préalablement prises en compte. Ce qui n'est pas encore le cas aujourd'hui. Le département TS2 est donc tout naturellement impliqué dans le groupe de réflexion de l'Ifsttar lancé en 2016 sur Mobilité 3.0, ainsi que dans l'atelier prospectif « mobilité sans conducteur » lancé par la Mission des transports intelligents (DGITM, ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer). Enfin, les équipes du département sont impliquées dans les 3 projets fédérateurs initiés à l'échelle de l'Ifsttar et notamment le projet « Voyageur virtuel » qui intègre les travaux sur l'homme virtuel et sur les interactions homme-véhicule.



dominique.mignot@ifsttar.fr

2016 EN CHIFFRES CLÉS

190 AGENTS DONT **130** TITULAIRES

5 LABORATOIRES DONT **3** UMR



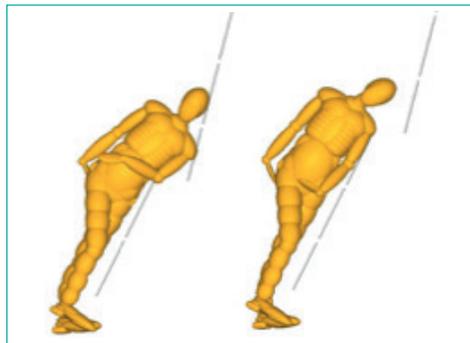
2/3 AGENTS EN RHÔNE-ALPES



1/3 AGENTS EN PACA

2016 EN BREF

PROJET CHOC TRAMWAY PIÉTONS (LBMC)



Cinématique d'un piéton heurté par un tramway : la tête peut heurter le pare-brise (g.) conduisant à un risque de lésions important tandis que le chargement de l'épaule couplé à un recul de la face avant au niveau de la tête (d.) permet de réduire le risque

Ce projet réalisé à l'Ifsttar (LBMC) à la demande du STRMTG s'est intéressé au scénario d'accident entre un tramway circulant à 20 km/h et un piéton traversant la voie. Il visait à étudier par simulation numérique si des critères géométriques sur la face avant permettent de réduire le risque pour le piéton. Un outil de génération de face avant simplifiée a été développé à cet effet. Près de 10000 simulations, incluant une étude de sensibilité à la taille des piétons et à la vitesse d'impact, ont conduit à une classification des géométries. Celle-ci suggère par exemple que le chargement de l'épaule couplé à un recul de la face avant au niveau de la tête permet de réduire le risque. Les résultats ont été exploités par le STRMTG pour établir un référentiel à l'attention des constructeurs.

PROJET ACTUSAM (FINANCEMENT DSCR)

L'étude SAM de l'Ifsttar (Umrestte), d'ampleur nationale, avait permis, sur les données d'accidents mortels de 2001-2003, d'estimer le surrisque d'accident attaché à une conduite sous influence de stupéfiants. Les données de 2011 du projet ANR « Voiesur » sont analysées dans le cadre de l'étude ActuSAM, financée par la DSCR, et permettent d'actualiser ces résultats. La prévalence de la conduite sous cannabis est évaluée à 3,3 %. Après ajustement, le surrisque d'accident attaché à une conduite sous cannabis est estimé à 1,65 (IC95 % : 1,16-2,34), sous alcool à 17,8 (12,1-26,1), et sous opiacés à 2,21 (1,02-4,78). Aucun surrisque significatif n'est mis en évidence pour les amphétamines ou la cocaïne. La part des accidents mortels imputable au cannabis est de 4,2 %, à l'alcool de 27,7 % et aux opiacés de 0,7 %. En comparaison avec SAM, l'effet cannabis reste stable et sans commune mesure avec l'effet alcool. La part des accidents attribuable au cannabis et celle imputable à l'alcool ne sont pas modifiées. Le problème du cannabis reste son association avec l'alcool.

PROJET HOLIDES (FINANCEMENT FUI)

Ce projet visait à concevoir des méthodes et des outils logiciels pour la Conception et centrée sur l'humain de futurs systèmes d'aides « Adaptatifs et coopératifs » (*i. e.* AdCoS), capables de superviser des opérateurs humains (conduite automobile, opérateurs de salles de contrôle, pilotes d'avion ou personnels médicaux) et de les assister de façon adaptée en fonction du contexte. L'Ifsttar (Lescot, en partenariat avec le Livic, ESI/Civitec et Intempora) a développé une plateforme de conception virtuelle intégrée reposant sur le modèle du conducteur Cosmodrive (assisté ou non par un AdCoS) et permettant ainsi de simuler les usages et les effets futurs de ces dispositifs d'aide à la conduite automobile (pour partie reposant sur l'automatisation de la conduite). Un transfert vers l'industrie de cette plateforme V-HCD (pour *Virtual Human Centred Design*) est en cours, en partenariat avec ESI/Civitec. Le premier prototype de cette plateforme a été présenté en janvier dernier sur le stand d'ESI group, lors du CES2017 de Las Vegas (<https://www.esi-group.com/fr/entreprise/presse/communiqués-de-presse/decouvrez-le-virtual-human-loop-au-ces-de-las-vegas>).

THÈSE D'HEDI HAMDANE (LBA ET LMA) -

AMÉLIORATION DE LA SÉCURITÉ PIÉTON : VALIDATION DE SYSTÈME ACTIF DE SÉCURITÉ PAR LA RECONSTRUCTION D'ACCIDENTS RÉELS

Des systèmes en sécurité routière sont développés sur les véhicules afin de détecter un piéton sur la chaussée et d'éviter une collision par un freinage d'urgence. Ces aides à la conduite ont très peu été validées dans des configurations d'accidents réels et l'objectif a été de les confronter à une centaine de cas. Les résultats ont permis de dégager les enjeux spatio-temporels : 1 s avant l'impact, la majorité des piétons se situent à moins de 20 m du véhicule. Avec un système de détection ayant un angle de vue de 35° et déclenchant un freinage 1 s avant le choc, plus de 50 % des accidents pourraient être évités. Pour les cas où le piéton n'est plus évitable, la vitesse d'impact serait réduite d'environ 20 km/h. Ce travail a été effectué dans le cadre d'une cotutelle de thèse entre le CASR de l'Université d'Adélaïde (Australie) et les laboratoires LMA et LBA de l'Ifsttar/TS2.

FOCUS SUR 2016

THÈSE DE FRANCK TECHER (LESCOT) : IMPACT DE LA COLÈRE SUR LA PRISE DE RISQUES ET LE TRAITEMENT DE L'INFORMATION EN CONDUITE SIMULÉE

La colère est une émotion négative pouvant être à l'origine d'une conduite agressive, une sous-estimation des risques et un non-respect des règles du Code de la route. Certaines de ces modifications pourraient être liées à une mauvaise perception de l'environnement ou une forme de distraction liée à la colère. L'objectif de cette thèse était d'étudier l'influence de la colère sur l'attention ainsi que sa répercussion sur les performances de conduite. La première étude de cette thèse a montré que la colère peut améliorer l'efficacité du réseau attentionnel d'alerte. Cette amélioration du réseau d'alerte ayant été observée lors d'une tâche informatisée, une seconde expérimentation a permis de tester l'existence d'un tel effet lors d'une tâche de conduite simulée à l'aide de mesures comportementales et électroencéphalographiques. Les résultats indiquent que la colère a perturbé le contrôle de la trajectoire et réduit l'attention investie dans le traitement sensoriel de l'information. Enfin, la dernière étude, également sur simulateur, a révélé que la colère pouvait perturber la réactivité lors d'une tâche de suivi de véhicule, tout en ayant un impact positif sur la détection de piétons. Les résultats de cette thèse renforcent l'intérêt de prendre en considération l'état du conducteur, c'est-à-dire l'ensemble des variables internes, incluant les émotions, la distraction ou encore le vagabondage de la pensée. Les futurs véhicules ou systèmes d'assistance pourraient ainsi être améliorés grâce à une prise en compte des variations de l'état du conducteur.



ORGANISATION DU DÉPARTEMENT

TS2
TRANSPORT, SANTÉ, SÉCURITÉ
Directeur : **Dominique Mignot**
Adjoints : **Philippe Vézin, Joël Yerpez**

LBA
LABORATOIRE DE BIOMÉCANIQUE
APPLIQUÉE
(UMR Ifsttar/ Université d'Aix-Marseille)
Directeur : **Stéphane Berdah**
Adjoint : **Pierre-jean Arnoux**

LBMC
LABORATOIRE DE BIOMÉCANIQUE
ET MÉCANIQUE DES CHOC
(UMR Ifsttar/Université de Lyon)
Directeur : **David Mitton**
Adjointe : **Laurence Chêze**

LESCOT
LABORATOIRE ERGONOMIE ET SCIENCES
COGNITIVES POUR LES TRANSPORTS
Directrice : **Hélène Tattegrain**
Adjointe : **Aline Alauzet**

LMA
LABORATOIRE MÉCANISMES
D'ACCIDENTS
Directrice : **Catherine Berthelon**
Adjoints : **Michèle Guilbot, Thierry Serre**

UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE
EPIDÉMIOLOGIE ET DE SURVEILLANCE
TRANSPORT TRAVAIL ENVIRONNEMENT
(UMR Ifsttar/Université de Lyon)
Directrice : **Martine Hours**
Adjoints : **Barbara Charbotel,
Jean-Louis Martin**



DÉPARTEMENT AMÉNAGEMENT, MOBILITÉS ET ENVIRONNEMENT



Le département Ame fédère la majeure partie des recherches de l'Ifsttar imbriquant les Sciences humaines et sociales, les Sciences de l'environnement et les Sciences pour l'ingénieur consacrées aux champs des transports et des mobilités en interrelation avec les dynamiques socio-économiques, l'environnement, les territoires et les politiques d'aménagement.

Le département Ame regroupe sept laboratoires qui contribuent à la reconnaissance nationale et internationale de l'Ifsttar dans les champs de :

- la connaissance des mobilités, en prenant en compte l'ensemble de leurs déterminants, y compris psycho-cognitifs ;
- l'évaluation des effets, notamment environnementaux, des mobilités et systèmes de transport, comprenant les infrastructures qui soutiennent la mobilité ;
- la compréhension des rapports des mobilités et des pratiques de transport aux territoires ;
- l'identification du rôle des innovations, notamment technologiques, sur les pratiques de mobilité et de transport.

Le champ scientifique couvert par le département Ame s'inscrit donc au cœur des réflexions sociétales et politiques contemporaines sur la mobilité et les

transports durables. Il est, par ailleurs, traversé par des évolutions profondes et de nouveaux enjeux, parmi lesquels figurent l'évolution des modes de vie et de consommation (avec par exemple le développement du e-commerce), le développement du télétravail et de l'économie du partage avec notamment l'apparition de nouveaux services de mobilité, qui interrogent directement les recherches menées à Ame. Par ailleurs, les innovations technologiques, par exemple dans le domaine des motorisations, impliquent souvent une nouvelle structure du marché, l'émergence de nouvelles industries et de nouveaux concurrents, voire de nouvelles formes de régulation, qui doivent être prises en compte.

Dans le cadre du renouvellement des mandats de direction, le département Ame a engagé en 2016 une réflexion sur l'évolution de son projet scientifique pour les cinq années à venir. Celui-ci traitera donc des interactions du transport et

de la mobilité dans ses environnements naturels et construits. À cet égard, les environnements naturels et construits distinguent l'environnement naturel constitué de ressources (biodiversité, air, eau) et les systèmes socio-techniques : les systèmes d'acteurs (institutions, industriels, opérateurs, usagers) et les systèmes techniques (infrastructures, véhicules, systèmes d'information). Il s'agira notamment d'éclairer les enjeux de société majeurs propres à chacun de ces environnements, et notamment :

- les variations spatio-temporelles des externalités environnementales ;
- les interactions entre les systèmes de transport intelligents et les usages ;
- les questions de transition numérique, de libéralisation, d'économie collaborative et leur influence sur l'évolution des pratiques de mobilité et les stratégies de transport.



gerard.hegrou@ifsttar.fr

2016 EN BREF

SÉMINAIRE SUR « L'ANALYSE ET LA REPRÉSENTATION GÉOGRAPHIQUE DES DONNÉES ENVIRONNEMENTALES »

Dans le cadre de l'animation scientifique transversale du département, un séminaire s'est tenu le 15 septembre 2016 à Nantes sur « **l'analyse et la représentation géographique des données environnementales** ». Il s'inscrit dans un contexte d'études des problèmes environnementaux, notamment en milieu urbain (exposition et impact sur les habitants et écosystèmes), qui impliquent de nombreux acteurs, de la recherche académique et appliquée à l'ingénierie opérationnelle (études d'impact multi-nuisances et multi-critères). Dans ce domaine, l'analyse spatio-temporelle et la représentation cartographique (2D ou 3D, statique ou dynamique) de données ou d'indicateurs spatialisés/géoréférencés constitue aujourd'hui un fort enjeu scientifique (diagnostic et prospective) et sociétal (élaboration de scénarios et débat participatif, restitution de résultats scientifiques au grand public, aide à la décision, etc.). Quelles que soient la thématique concernée et la nature de la donnée considérée, la problématique de la représentation cartographique motive actuellement de nombreux travaux de recherche et développement d'outils (SIG, réalité virtuelle, etc.). Très lié à l'évolution récente des besoins et des moyens (réseaux de capteurs, bases de données, *crowdfunding*, *big data*, etc.), cet essor des techniques de représentation spatiale est très rapide. Ce séminaire a réuni plus d'une cinquantaine de participants.

CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES TRANSPORTS ET LA POLLUTION DE L'AIR (TAP)

Le secteur des transports en France (1 000 milliards de km/an) est un vecteur stratégique dans l'activité sociale et économique des territoires. Les évolutions technologiques, politiques et d'aménagements dans les transports doivent prendre en compte les retombées environnementales et les impacts sur les populations (qualité de l'air). C'est un secteur responsable de plus d'un tiers des émissions de GES, de 20 % des émissions de particules et d'un quart des émissions de dioxines. Des solutions existent pour faire évoluer les technologies, les idées, les changements de comportement... vers un transport propre et respectueux de l'environnement.

Dans cet esprit, l'Ifsttar, et notamment le LTE, a organisé, en partenariat avec le LUTB et le centre commun de recherche de la Commission européenne (*Joint Research Centre*, JRC), la 21^e Conférence internationale sur les transports et la pollution de l'air (TAP 2016) du 24 au 26 mai 2016 à l'ENS de Lyon. Le thème de TAP2016 a porté sur « Les transports et la pollution de l'air au carrefour des enjeux territoriaux et de politique publique, face à la transition énergétique et aux défis technologiques ». Cet événement a couvert tous les aspects relatifs à la pollution atmosphérique des transports (routiers et non routiers), depuis l'émission jusqu'aux impacts sur la santé et l'environnement, l'économie et l'emploi.

Près de 300 personnes ont participé à cette conférence au cours de laquelle ont été présentées 177 communications, orales ou en posters.

LAURENT CARNIS, CHERCHEUR AU DÉPARTEMENT AME A OBTENU UNE HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES SUR LE THÈME DE L'ÉCONOMIE POLITIQUE DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE ; PIERRE OLIVIER VANDANJON SUR LES APPLICATIONS DES TECHNIQUES ROBOTIQUES D'IDENTIFICATION À DES PROBLÈMES DU GÉNIE CIVIL ; ET VÉRONIQUE CERZO POUR LA CONTRIBUTION AU DIAGNOSTIC DE SÉCURITÉ DES INFRASTRUCTURES.

JOURNÉE « OBSERVATION DE LA LOGISTIQUE »

L'importance de la logistique pour le développement tient non seulement à sa contribution au PIB dans les pays développés, mais également à la souplesse qu'elle apporte, ou au contraire aux freins qu'elle met, au fonctionnement d'ensemble des circuits économiques. La logistique est donc un élément essentiel du fonctionnement de nos économies. Par ailleurs, son implantation obéit à des logiques économiques et techniques et aboutit à une polarisation des installations à la périphérie des grandes agglomérations, reliées par de grands corridors. On en déduit la nécessité d'une action différenciée de la part des autorités territoriales pour accueillir et promouvoir la logistique.

La logistique est enfin une branche de l'économie, avec une structuration particulière, et on constate, d'une part, la croissance de quelques grands commissionnaires basés en France qui élargissent leur gamme de services et se déploient à l'échelle internationale, et, d'autre part, la perte du marché international par les petites entreprises de transport routier de marchandises sous pavillon français.

Ces nombreux enjeux confirment la nécessité d'une stratégie nationale pour la logistique, telle qu'affirmée lors de la conférence nationale logistique de 2015, et par la stratégie nationale France Logistique 2025.

Pour contribuer à la réflexion, le laboratoire Splott de l'Ifsttar a organisé une journée dédiée à l'observation de la logistique. Celle-ci visait à mettre en réseau les acteurs, publics et privés, producteurs et utilisateurs d'informations sur cette question, pour échanger sur les besoins de données et d'indicateurs sur la logistique,

les moyens de les collecter et les enjeux d'analyse. Elle a également donné lieu à la présentation d'expériences étrangères d'observatoires de la logistique et de retours d'expériences.

ORGANISATION DU DÉPARTEMENT

AME

AMÉNAGEMENT, MOBILITÉS ET ENVIRONNEMENT

Directeur : **Gérard Hégron**

Directeurs adjoints : **Anne Aguilera,**

Michel Bérengier, Michel André

Responsable administrative : **Alexandra Richard**

DEST

DYNAMIQUES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES DES TRANSPORTS

Directeur : **Francis Papon**

Adjoint : **Laurent Hivert**

EASE

ENVIRONNEMENT, AMÉNAGEMENT, SÉCURITÉ ET ÉCO-CONCEPTION

Directrice : **Véronique Cerezo**

LAE

LABORATOIRE D'ACOUSTIQUE ENVIRONNEMENTALE

Directeur : **Judicaël Picaut**

Adjoint : **Joël Lelong**

LPC

LABORATOIRE DE PSYCHOLOGIE DES COMPORTEMENTS ET DES MOBILITÉS

Directrice : **Valérie Gyselink**

LTE

LABORATOIRE TRANSPORTS ET ENVIRONNEMENT

Directeur : **Serge Pélissier**

LVMT

LABORATOIRE VILLE, MOBILITÉ, TRANSPORT

(UMR Université Paris-Est Marne-la-Vallée/École des ponts ParisTech/Ifsttar)

Directeur : **Pierre Zembri**

Adjoints : **Olivier Bonin et Fabien Leurent**

SPLOTT

SYSTÈMES PRODUCTIFS, LOGISTIQUE, ORGANISATION DES TRANSPORTS ET TRAVAIL

Directrice : **Corinne Blanquart**



FOCUS SUR 2016

INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT ET BIODIVERSITÉ

Dans un contexte général de déclin des insectes pollinisateurs, le projet Pollinaire en partenariat avec l'Inra vise à évaluer, expliquer, voire développer, le potentiel des dépendances vertes des infrastructures de transport terrestre en tant qu'habitat et source de pollinisateurs sauvages (abeilles et papillons). Les dépendances vertes routières représentent à l'échelle nationale des milliers d'hectares. Il est possible de mettre à profit une partie relativement préservée de cet espace pour offrir un habitat aux espèces pollinisatrices en déclin aujourd'hui. À partir de 6 sites localisés dans des contextes variés et par des modes de gestion d'emprises contrastés (extensif vs. intensif), sont analysées, d'une part l'influence des caractéristiques des emprises sur leur utilisation par les pollinisateurs sauvages, d'autre part la capacité des populations hôtes des emprises à exploiter la trame paysagère environnante. Ces résultats permettent de développer les connaissances sur les facteurs environnementaux influant sur la présence des pollinisateurs sauvages dans les emprises et sur le potentiel de source de pollinisateurs que représentent les emprises pour la mosaïque paysagère environnante (trame verte et cultures). Au-delà, il s'agit de formuler des recommandations opérationnelles pour les acteurs, dans et hors des emprises, et d'envisager une ingénierie écologique de la démarche. Un guide d'aménagement des dépendances vertes co-rédigé entre l'Ifsttar et l'Inra a été produit.



AXE
1

INVENTER LA MOBILITÉ DURABLE

Quelle est l'efficacité réelle des gilets airbags pour motocyclistes ?

La protection des usagers de deux-roues motorisés (2RM) est améliorée par l'existence de gilets airbag. Plusieurs systèmes de déclenchement existent : « filaire » (un câble fixé au gilet et au 2RM se détache lors de l'éjection du motocycliste et déclenche le gonflage), « radio » (les capteurs placés sur le 2RM détectent la chute ou le choc et lancent le gonflage) et « autonome » (les capteurs sont intégrés dans le gilet). Cette étude avait pour but d'évaluer les niveaux de protection apportés par ces gilets. Elle combine une analyse de terrain d'accidents réels couplée à des reconstructions et des expérimentations biomécaniques en laboratoire. L'analyse terrain montre que la majorité des accidentés portant un gilet airbag considèrent qu'il leur a évité des lésions. Ces cas sont principalement des

chutes avec glissade mais peu avec des impacts directs contre un obstacle. Des reconstructions numériques d'accidents ont montré qu'une chute à 60 km/h ou un impact à 40 km/h peuvent provoquer des lésions graves au tronc même avec le port du gilet airbag.

Les essais expérimentaux ont montré que ces gilets offrent une protection supérieure à celle d'une dorsale classique mais au-delà de 50 joules, la limite de protection est très rapidement atteinte pour les gilets dont la pression de gonflage est la plus faible. Les gilets « radio » ont une capacité à détecter le choc plus tôt.

Le gilet airbag assure, pour l'ensemble du tronc, le même niveau de protection qu'un casque pour la tête.



Crash-test moto avec un gilet airbag



thierry.serre@ifsttar.fr
catherine.masson@ifsttar.fr

La régulation d'accès : un outil d'exploitation efficace pour limiter les congestions sur les autoroutes d'Île-de-France



Accès régulé sur l'A86 E (Vélizy) mis en service décembre 2016

Dans le cadre du système d'exploitation des autoroutes d'Île-de-France (Sirius), la régulation d'accès a été identifiée comme l'un des principaux leviers pour agir sur la demande de trafic. Il s'agit de maintenir le fonctionnement de l'infrastructure autour de sa capacité en installant des feux tricolores sur les bretelles d'accès autoroutiers. Un algorithme adaptatif (Alinea) a été

développé par l'Ifsttar permettant cette régulation par cycles de feux.

En 2010, la Dirif a déployé 21 contrôleurs d'accès sur le quart sud-est de l'Île-de-France. L'évaluation de l'impact sur le trafic de cette première tranche a mis en relief des gains entre 10 % et 20 % sur les temps de parcours, une augmentation de la distance parcourue entre 1 % et

2,5 %, une diminution des volumes de congestion de 8 %, ainsi qu'une augmentation de la vitesse moyenne entre 8 % et 15 %.

En 2015, la Dirif a entrepris le déploiement du système sur 54 autres accès couvrant le reste du réseau autoroutier d'Île-de-France non concédé. La société Egis est le maître d'œuvre, la société Actenium est le développeur logiciel et l'Ifsttar reste le fournisseur d'algorithmes, pour une fin de travaux en 2018.

Dans ce cadre, une convention de recherche entre l'Ifsttar et la Dirif a été signée. Son objet porte sur des améliorations du processus de calibrage d'Alinea, sur le développement, par simulation, d'une stratégie de coordination qui permettra d'amplifier les gains déjà obtenus, ainsi que sur l'évaluation en site réel.



habib.haj-salem@ifsttar.fr

Déterminants de l'usage du téléphone au volant : le projet TSICA (Téléphone et systèmes d'information en conduite automobile)

Le projet TSICA, financé par la Fondation MAIF (2014-2016), porte sur les usages du téléphone et des systèmes d'information au volant.

Des focus groupes ont permis de recenser les usages, de les expliquer et de mieux comprendre ce que représente l'objet téléphone, comment et pourquoi il s'introduit dans les véhicules.

Une enquête a été menée ensuite auprès de 3 189 personnes représentatives de la population française, dont 2 843 conducteurs.

Cette étude révèle l'apparition

- de nouveaux contenus dynamiques qui combinent texte, images et sons ;
- de nouveaux types d'échanges *via* les messageries instantanées des réseaux sociaux.

Les *smartphones* confirment leur rôle de supports de fonctions portées auparavant par des accessoires supplémentifs (GPS, radio...) : 21 % des

conducteurs utilisent une application de guidage.

Les sollicitations se multiplient et entraînent un détournement de l'attention et du regard du conducteur pendant un temps souvent bien plus long que celui initialement envisagé :

22 % des conducteurs se sont déjà fait peur en utilisant ainsi leur téléphone.

L'attitude des conducteurs vis-à-vis du téléphone, l'aisance qu'ils déclarent pour l'utiliser au volant, leur conscience de prendre un risque lorsqu'ils le font sont autant de facteurs qui influencent ces pratiques.

Une diffusion périodique de cette enquête est actuellement à l'étude pour permettre un suivi longitudinal des usages. Pour compléter, un projet



DSCR en cours porte sur les usages du téléphone par des professionnels.

<http://www.fondation-maif.fr/nos-projets.php>



marie-pierre.bruyas@ifsttar.fr

EcoDriver : un système d'assistance à l'apprentissage de l'écoconduite

Entre 2011 et 2016, le projet Européen FP7 ecoDriver s'est donné pour objectif de réduire la consommation de carburant sur différents types de véhicules (légers thermiques, électriques, poids lourds, bus hybrides) en conseillant, de manière ludique, les conducteurs sur leurs actions. Les informations affichées proviennent de traitements de données cartographiques précises pour la topographie et de mesures Radar pour les véhicules environnants.

Au sein de ce projet, l'Ifsttar a permis le développement d'un modèle de consommation pour véhicules légers, ainsi que l'implémentation sur *smartphone* d'un jeu sérieux assistant à l'écoconduite. Les systèmes développés dans le projet ont ensuite été évalués au sein d'une tâche coordonnée par le Cosys-Livic (G. Saint Pierre) dans un programme réparti sur 7 sites. En particulier, le Livic a réalisé

une expérimentation novatrice en conditions naturelles de conduite avec le logiciel d'écoconduite développé sur *smartphone*. Le traitement de l'ensemble des données recueillies, centralisées en Espagne, a été supervisé par le Livic, depuis la définition des indicateurs de performance jusqu'à l'analyse finale des résultats. Après plus de 500 000 km parcourus dont près de 80 000 km en France, la réduction globale de consommation de carburant a été estimée entre 2 et 6 %. La réussite de l'Ifsttar au sein de ce projet a donné lieu au lancement, en 2017, d'un nouveau projet H2020 sur une ludification de l'assistance à l'écoconduite : GameECAR.

<http://www.ecodriver-project.eu/>



olivier.orfila@ifsttar.fr



Démonstration de l'application Android d'assistance à l'écoconduite réalisée par l'Ifsttar

Contributions d'un modèle microscopique à la résolution du problème de construction d'une grille horaire et à la planification des activités de maintenance de l'infrastructure ferroviaire



Meulage dans un chantier nocturne de remplacement d'aiguillage

La construction des horaires ferroviaires résulte d'un processus complexe qui consiste à répartir la capacité de l'infrastructure sous la forme d'horaires de départ et d'arrivée de chaque gare desservie. Par ailleurs, la réalisation des travaux de maintenance nécessite l'interception d'une section de la voie, ce qui risque de venir contrecarrer les demandes de capacité pour ces services de transport. Afin de se prémunir contre des situations de blocages, une partie de la capacité est réservée à ces activités de maintenance en phase de planification. Cette thèse traite le problème de l'adaptation en phase pré-opérationnelle de la grille horaire planifiée dès que sont connus précisément les interceptions de voie, les limitations temporaires de vitesse aux abords du chantier et les trains de travaux nécessaires à l'acheminement du matériel. L'objectif est de minimiser les écarts avec la demande

initiale et de définir très finement la capacité utilisée par de nouveaux choix d'itinéraires et d'ordonnement des trains. Une formulation du problème en programmation mathématique est venue enrichir la plateforme Recife. La validité de l'approche a été démontrée avec des scénarios réels sur une partie de la ligne Paris-Le Havre, montrant ainsi qu'une approche microscopique peut aussi être utilisée pour la gestion des circulations sur une portion de ligne avec plusieurs gares. C'est la première approche microscopique parue dans la littérature pour aborder ce type de problème.

<http://www.estas.ifsttar.fr/linstitut/cosys/laboratoires/estas-ifsttar/equipements/plateforme-logicielle-recife/>

 joaquin.rodriguez@ifsttar.fr
paola.pellegrini@ifsttar.fr

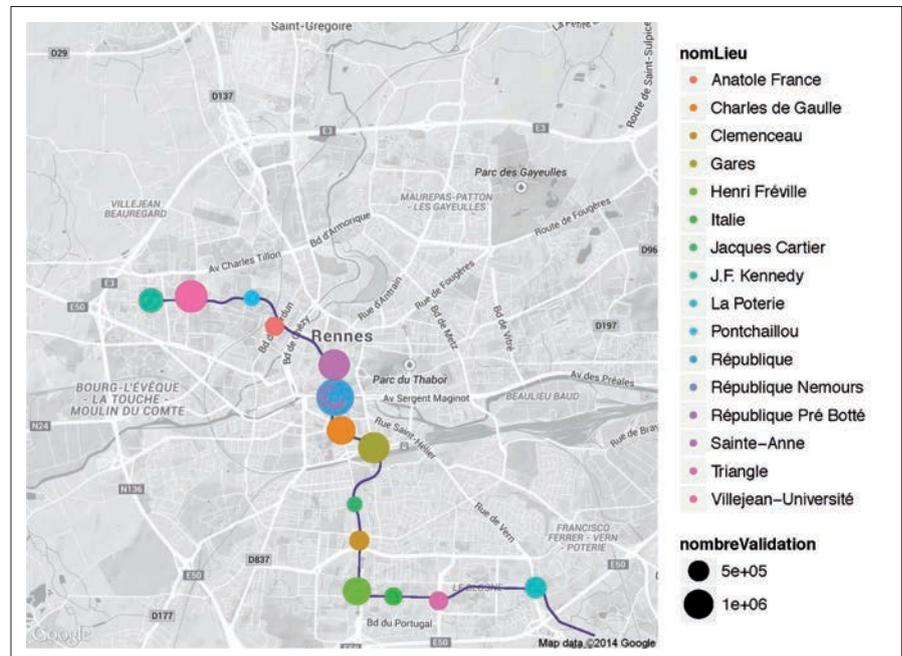
Projet Mobilletic : données billettiques et analyse de la mobilité dans les réseaux de transport en commun, le cas Rennais

Financé par le Predit, le projet Mobilletic avait pour objectif de proposer des outils d'analyse et de visualisation des traces massives de déplacements générées par les données billettiques.

Coordonné par l'Ifsttar, il a bénéficié d'une approche multidisciplinaire : sciences des données (Cosys-Grettia), économie urbaine (Ame-LVMT), ainsi que géographie et aménagement (Cerema Nord-Picardie). Keolis Rennes et Rennes Métropole étaient également partenaires en qualité de fournisseurs de données.

Le projet a permis de mieux caractériser la demande en identifiant des profils types d'activité temporelle de groupes d'usagers homogènes au sens de leur utilisation des transports en commun.

Une mesure phare de politique publique opérationnelle depuis 2012 à Rennes est le décalage des horaires de l'université afin de limiter la congestion dans le métro. L'analyse des données billettiques a ainsi pu affiner la mesure de son impact. Le projet a également aidé à caractériser la dynamique de l'intermodalité dans le réseau bus-métro au travers des données billettiques. Plus globalement, le projet a mis en évidence l'apport du *big data* et le potentiel des données billettiques en complément d'autres sources de données (enquêtes déplacement par exemple), pour une meilleure connaissance des mobilités urbaines et notamment pour la prise en compte des dimensions temporelles et spatiales. La richesse de ces données ouvre des perspectives en termes d'analyse à la fois des réseaux de transport et des territoires.



Carte du réseau STAR à Rennes représentant les 15 stations bus et métro les plus actives (avril-octobre 2014)

<http://mobilletic.ifsttar.fr/>



latifa.oukhellou@ifsttar.fr

Le compteur d'essieux intelligent

Parmi les liens multiples que tissent SNCF et l'Ifsttar, l'émergence de l'instrumentation des appareils ferroviaires « à la voie » est notable. Dans le cadre d'un contrat nommé Demeter, SNCF Réseau et l'Ifsttar s'emploient, notamment, à rendre les compteurs d'essieux communicants (sans fils) et intelligents. Prédire et détecter en temps réel la défaillance du gabarit des essieux d'un train (nombre, phase, rayon...) ou piloter la santé intrinsèque du compteur d'essieux constituent des informations stratégiques pour l'exploitant. Plusieurs briques technologiques « sur étagère » de l'Ifsttar ont été évaluées pertinentes pour donner corps à ces nouveaux dispositifs : les cartes électroniques génériques d'instrumentation à base de Linux embarqué Pegase-2 ainsi que le Superviseur générique permettant une exploitation (sauvegarde, visualisation, alarmes...) temps réel des données dans le *Cloud*. l'Ifsttar a proposé et implémenté un certain nombre d'algorithmes de contrôle permettant à SNCF de piloter



Instrumentation de deux compteurs d'essieux sur la ligne Paris-Orléans par des briques et des algorithmes de l'Ifsttar

le comportement des compteurs d'essieux. Puis, par extension, ces algorithmes ont permis d'enrichir les données remontées à :

- la reconnaissance du type de locomotive (par reconnaissance automatique du gabarit) ;
- la mesure des gradients de vitesses des wagons au sein d'un même passage de train améliorant ainsi la connaissance du phénomène dit de « battements de caisse » du train.

Plus généralement, l'objectif du partenariat entre SNCF Réseau et l'Ifsttar consiste à évaluer l'apport et l'impact de l'Internet des objets sur la maintenance en temps réel et prédictive de son vaste parc d'équipements de signalisation, éléments primaires de la sécurité du réseau.



vincent.le-cam@ifsttar.fr

Systuf - SYstème Télécoms pour les Transports Urbains du Futur

Le projet Systuf visait à démontrer la faisabilité de l'utilisation d'un réseau de télécommunications unique (LTE-*Long Term Evolution* ou 4G), partagé entre différents acteurs et répondant simultanément aux exigences des applications vitales et non vitales d'un exploitant de transports guidés.

Les travaux menés par l'Ifsttar ont porté sur la simulation par événements discrets des performances du contrôle-commande et de la surveillance vidéo. Trois architectures du système de télécommunications ont été comparées : dédiée, partagée avec les pompiers, et partagée avec un opérateur de télécommunications. Les performances dépendent du dimensionnement du



Démonstrateur final sur la ligne 14 de la RATP

système pour les besoins de l'opérateur de transport.

L'Ifsttar a aussi conduit une analyse préliminaire de la sûreté de fonctionnement d'une architecture simple du système de télécommunications portant sur l'évaluation de la disponibilité et de la sécurité des fonctions de protection

de véhicules guidés (*Automatic Train Protection*). La modélisation par réseaux de Petri a été ici utilisée sur la base d'indicateurs de performances tels que les taux d'erreurs et les temps de *handover*. Les premiers résultats ont permis de déterminer une valeur appropriée de l'intervalle entre 2 trains afin de limiter l'occurrence d'arrêt d'un train causé par les erreurs de communication. Le déploiement d'un réseau LTE dédié sur la ligne 14 de la RATP a permis différentes analyses de performances *in situ* par les industriels.

<http://systuf.ifsttar.fr/>

 marion.berbineau@ifsttar.fr
julie.beugin@ifsttar.fr

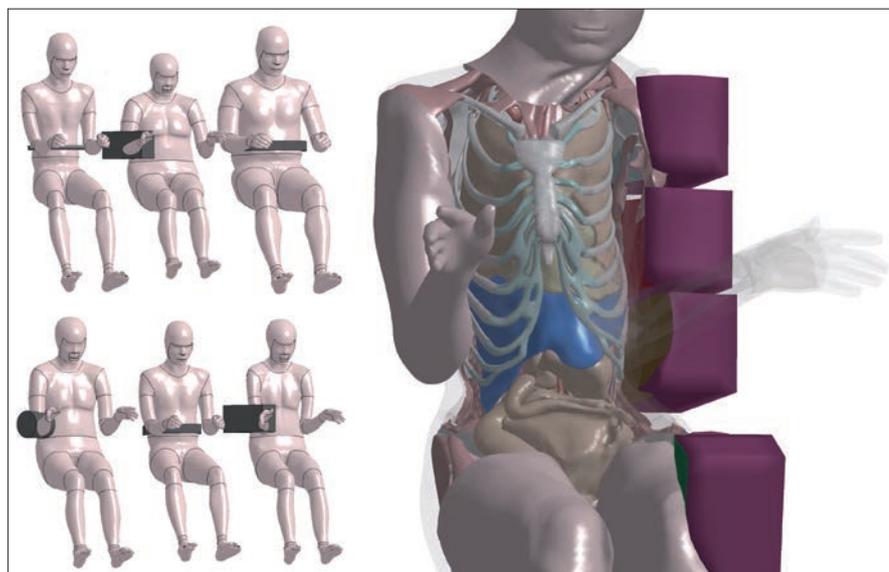
Modélisation de l'abdomen pour le choc automobile : modèle détaillé de femme du GHBMC

Le *Global Human Body Model Consortium* (GHBMC) est un consortium mondial principalement constitué de constructeurs automobile. Il a pour objectif de développer des modèles humains avancés pour le choc automobile. Les travaux sont cofinancés par la *National Highway Traffic Safety Administration* et sont réalisés par

six centres d'expertises académiques sélectionnés en 2007. Le LBMC est responsable du centre sur l'abdomen, qui est le seul basé hors Amérique du Nord.

Suite aux travaux ayant conduit au premier modèle détaillé du GHBMC représentant un homme moyen (2011),

un effort s'est porté en 2015-2016 sur la mise au point d'un modèle détaillé représentant une femme de petite taille (5^e percentile). Pour le LBMC, ces travaux, conduits en collaboration avec Transpolis SA, ont permis des avancées significatives sur des questions plus amont telles que la validation de la réponse interne de l'abdomen (grâce à des observations par échographie ultrarapide conduites au LBMC) ou l'effet de la taille et de l'anatomie. *In fine*, ceci a permis de mettre au point des courbes permettant d'estimer les risques lésionnels au foie et à la rate avec les modèles détaillés du GHBMC. Ces résultats et développements méthodologiques ouvrent des pistes de recherche pour améliorer les prédictions et les étendre à d'autres organes. La phase de mise au point terminée, le nouveau modèle femme a été intégré à la famille du GHBMC qui est utilisée mondialement dans le milieu académique et industriel.



La mise à l'échelle non-linéaire de modèles (gauche) a permis de mieux comprendre les effets de taille et d'anatomie sur la réponse au choc et le risque lésionnel et de mieux valider le comportement du nouveau modèle 5^e percentile femme du GHBMC (droite)

<http://www.ghbmc.com>
<http://lbmc.ifsttar.fr>
<http://www.transpolis.fr>

 philippe.beillas@ifsttar.fr

Congrès international ESB 2016 à Lyon

L'organisation du congrès ESB 2016 a été présidée par le LBMC (UMR_T 9406 Ifsttar-UCBL) et a impliqué des laboratoires de Lyon, Saint-Étienne et Grenoble. Ce congrès joint entre la *European Society of Biomechanics* et la Société de Biomécanique (francophone) était l'occasion de fêter le 40^e anniversaire de ces deux sociétés savantes, fondées en 1976.

Pour cette occasion, 4 sociétés savantes internationales ont été associées à l'organisation : la *European Society for Biomaterials*, l'*International Society of Biomechanics*, l'*International Society of Biomechanics in Sports*, et l'*International Research Council on Biomechanics of Injury* (IRCOBI) pour les thèmes « *Biomaterials* », « *Human movement* », « *Sport biomechanics* »,

et « *Impact/injury biomechanics* », respectivement.

Cet événement a rassemblé, du 10 au 13 juillet 2016, 780 participants venant de 47 pays, à la Cité des Congrès de Lyon.

Quatre conférenciers invités (Pr. G. Courtine, Pr. R. Pettigrew, Pr. C. Jacobs et Dr. P. Laugier) et 18 « *perspectives talks* » ont abordé les défis actuels en biomécanique et dans les champs associés. Les communications (403 orales et 210 posters) sont consultables en *open access* sur le site : www.esbiomech2016.org

Au total, 29 industriels et 8 institutions ont apporté leur support financier à cette manifestation qui restera un moment unique dans l'histoire des deux sociétés savantes!

<http://www.esbiomech2016.org>
<http://lbmc.ifsttar.fr>

 david.mitton@ifsttar.fr



ESB 2016 : cocktail de la cérémonie d'ouverture sur scène



Thèses

AME-DEST**THAO PHAM THI HUONG**

Apports et difficultés d'une collecte de données à l'aide de récepteurs GPS pour réaliser une enquête sur la mobilité

TS2-LBMC**ROMAIN DESBATS**

Analyse du comportement de l'abdomen lors d'un choc automobile pour l'amélioration de la biofidélité et de la prédiction des lésions abdominales par le mannequin de choc THOR

AME-LVMT**FRANÇOIS ADOUE**

La mobilité connectée au quotidien. Les usages du smartphone dans les transports en commun franciliens

COSYS-LEOST**MOHAMED RAOUF KOUSRI**

Développement et évaluation d'un outil d'analyse dimensionné pour les problématiques de compatibilité électromagnétique du milieu ferroviaire

TS2-LBMC**VIDJANNAGNI KODJO**

Évaluation et modélisation de dispositifs de retenue de route pour motards

TS2-LBMC**AGATHE NEROT**

Modélisation géométrique personnalisée du corps humain (externe et interne) à partir de données externes

TS2-LBA**NICOLAS BAILLY**

Traumatologie et systèmes de protection de la tête dans la pratique des sports de glisse alpins

COSYS-GEOLC**CHRISTOPHE COMBETTES**

Estimation de la direction de marche à partir de capteurs inertiels et magnétiques portés dans la main

COSYS-LIVIC**CAMILA FREITAS SALGUEIREDO**

Bio-mimétisme et véhicule décarboné. Génération de concepts innovants bio-inspirés à partir de la méthode C-K

TS2-LESCOT**FRANCK TECHER**

Impact de la colère sur la prise de risques et le traitement de l'information en conduite simulée

TS2-LBMC**ANICET LE RUYET**

Comportement de l'abdomen soumis au choc : apport de l'échographie ultra-rapide pour la validation interne des modèles

COSYS-LICIT**RAPHAËL DELHOME**

Modélisation de la variabilité des temps de parcours et son intégration dans des algorithmes de recherche du plus court chemin stochastique

TS2-LESCOT**CAROLINE PIGEON**

Mobilisation attentionnelle des piétons aveugles : Effets de l'âge, de l'antériorité de la cécité et de l'aide à la mobilité utilisée

COSYS-ESTAS**ABDERRAOUF BOUSSIF**

Contributions au diagnostic à base de modèles Discrets des Systèmes Complexes

COSYS-GRETTIA**MONCEF TOUMI**

Modélisation numérique du contact roue-rail pour l'étude des paramètres influençant les coefficients de Kalker – Application à la dynamique ferroviaire

TS2-LMA**HÉDI HAMDANE**

Amélioration de la sécurité du piéton : validation de système actif de sécurité par la reconstruction d'accidents réels

TS2-LBMC**VINCENT RICHARD**

Méthode d'optimisation multi-segmentaire pour l'estimation de la cinématique articulaire : propositions d'amélioration

TS2-LMA**KARYN PRAVOSSODOVITCH**

Hommes au volant, femmes au volant. L'influence des stéréotypes de sexe sur les comportements de conduite déclarés et effectifs

TS2-LESCOT**MARION HAY**

Effets d'un entraînement cognitif et d'une immersion en réalité virtuelle sur la cognition et la conduite automobile des seniors

COSYS-ESTAS**RAHMA YANGUI**

Modélisation UML/B pour la validation des exigences de sécurité des règles d'exploitation ferroviaires

COSYS-LIVIC**VINCENT JUDALET**

Architecture robuste de contrôle pour un système *by-wire* en partage avec le conducteur

COSYS-GRETTIA**AMINE OTHMAN**

Simulation multi-agent de l'information des voyageurs dans les transports en commun

TS2-LBMC**JÉRÉMY DALLARD**

Modélisation de l'extrémité du doigt par une approche éléments finis

COSYS-ESTAS**LUIS DIEGO ARENAS PIMENTEL**

Contributions d'un modèle microscopique à la résolution du problème de construction d'une grille horaire et à la planification des activités de maintenance de l'infrastructure ferroviaire

COSYS-ESTAS**CYRIL LEGRAND**

Contribution à l'évaluation de la sécurité de systèmes de localisation ferroviaires basés sur les GNSS par la formalisation des concepts d'intégrité étendue

COSYS-LIVIC**MARC REVILLOUD**

Architecture de perception adaptative pour la détection et le suivi multivoies



HDR

AME-DEST**LAURENT CARNIS**

Économie politique de la sécurité routière : études empiriques et théoriques, Université de Lille, 25 janvier 2016

TS2-LESCOT**CATHERINE GABAUDE**

Enquêtes, observations et analyse de l'activité auprès de conducteurs âgés : comprendre les obstacles pour mieux agir, Université Lyon 2, 19 décembre 2016

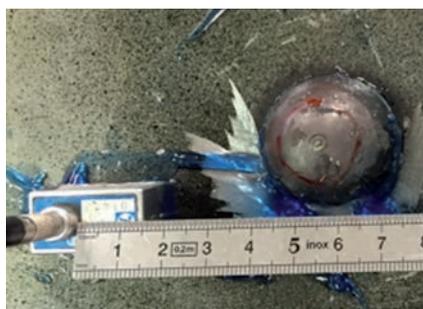


AXE
2

ADAPTER LES INFRASTRUCTURES

Auscultation non destructive, surveillance et gestion durable, résultats des opérations de recherches Apos (Auscultation pour ouvrages sûrs) et MCV (Maîtrise du cycle de vie des ouvrages)

La maîtrise de la durabilité et du risque structural sur le cycle de vie des infrastructures constitue un défi majeur pour les maîtres d'ouvrage, gestionnaires de patrimoines vieillissants. Dans un contexte économiquement contraint, le développement et l'intégration d'outils (méthodologies, techniques de mesure, modélisation, logiciels) en appui du processus décisionnel de surveillance et de gestion deviennent indispensables. Apos a contribué à proposer une approche complète de l'évaluation non-destructive des matériaux et des structures pour fiabiliser le diagnostic et donc améliorer la maintenance et la durabilité. Ce projet s'est intéressé aux assemblages métalliques, aux assemblages collés et bois, à la durabilité des armatures du béton armé, des



câbles, à la relation entre indicateurs et observables, à la variabilité des résultats des modèles de durée de vie liés à la dégradation des bétons, à l'évaluation des propriétés mécaniques du béton au jeune âge. L'ambition de MCV était de proposer une approche intégrale incluant le

risque structural, les mécanismes de dégradation, les méthodes d'inspection, de diagnostic, de surveillance et de gestion des ouvrages. Des recherches ont donc été développées sur l'analyse du cycle de vie des réseaux d'ouvrages d'art, la surveillance structurale et le diagnostic structural et l'aide à la maintenance.

Près d'une centaine de contributeurs, dont une majorité Ifsttar et Cerema ont permis l'édition des Actes interactifs édités fin 2016.

<http://www.ifsttar.fr/collections/ActesInteractifs/AI11/index.html>

 geraldine.villain@ifsttar.fr
andre.orcesi@ifsttar.fr
laurent.gaillet@ifsttar.fr

Comprendre le comportement des voûtes en maçonnerie du métro parisien : caractérisation en laboratoire et modélisation par éléments finis

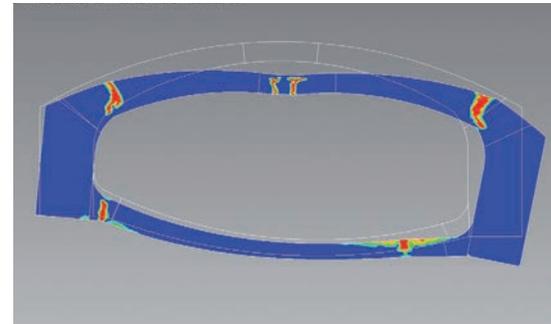
Le métro de Paris transporte environ cinq millions de passagers par jour.

Le réseau comporte de nombreux tunnels anciens avec une voûte en maçonnerie. Ces ouvrages sont capables de supporter des déformations importantes, mais leur modélisation s'avère délicate. Il est donc indispensable d'améliorer les modèles de calcul si l'on veut définir, à partir de simulations numériques, des seuils d'alerte pour la réalisation de travaux à proximité des tunnels.

L'Ifsttar et la RATP ont conduit une campagne d'essais de laboratoire (thèse CIFRE d'O. Moreno Regan) sur 172 éprouvettes extraites d'un tunnel de la ligne 3. La richesse des données recueillies permet d'utiliser des modèles numériques avancés. Parallèlement, des modèles d'endommagement dédiés aux voûtes en maçonnerie ont été introduits dans le code de calcul Cesar-LCPC.

Ils ont permis de simuler numériquement le comportement d'une station qui a subi des désordres importants au fil des années, et de retrouver des convergences du même ordre de grandeur (plusieurs dizaines de millimètres) que celles observées par la RATP. La simulation a également montré que la rupture du tunnel résulte de la formation d'une succession de rotules dans la voûte et dans le radier.

Le patrimoine d'ouvrages en maçonnerie fait de la connaissance du comportement mécanique de ce matériau un enjeu important, comme en témoigne le succès des premières journées nationales de la maçonnerie organisées à l'Ifsttar (Marne-la-Vallée) les 17 et 18 mars 2016.



Géométrie déformée et isovaleurs de la variable d'endommagement dans la structure. Les zones en rouge sont complètement endommagées (« rotules »)



emmanuel.bourgeois@ifsttar.fr

Projet national CEOS.fr : Comportement et évaluation des ouvrages spéciaux, fissuration – retrait

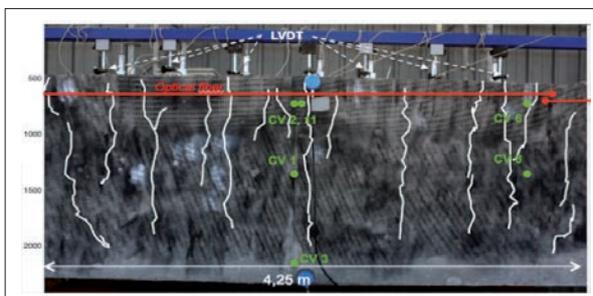
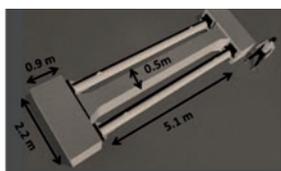
La maîtrise de la fissuration des structures en béton armé et de béton précontraint est indispensable pour garantir la fiabilité des structures ainsi que certaines propriétés telles que l'étanchéité à l'eau ou à l'air, ou la tenue sous sollicitations extrêmes. Les règles actuelles, Eurocode 2 ou code Modèle, ne reflètent pas le comportement des éléments massifs pour lesquels les effets thermo-hydro-mécaniques (THM), les effets d'échelles et les effets structuraux

induisent un schéma de fissuration spécifique. Le projet national CEOS.fr, financé par ses partenaires et la DRI du MEEM, co-piloté par EDF et l'Ifsttar, a regroupé sur plus de 8 ans (2008 à 2016) 41 partenaires français (laboratoires, institutions de recherche, bureaux d'études, entreprises de construction, industriels, maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre) pour étudier ces questions et proposer des recommandations qui s'adressent aux ingénieurs concepteurs

et aux praticiens chargés de projet. À travers l'étude de sollicitations spécifiques (chargement monotone, cyclique, THM), et par l'étude d'essais expérimentaux représentatifs à l'échelle 1 ou 1/3, de retours d'expériences sur ouvrages en service et de modélisations avancées (en lien avec l'ANR MEFISTO), les phénomènes majeurs ont pu être étudiés, et leurs conséquences sur la fissuration des ouvrages évaluées.

La synthèse des résultats du projet a fait l'objet d'un ouvrage édité en anglais, publié en août 2016: *Control of Cracking in Reinforced Concrete Structures* (ISBN : 9781786300522)

<http://www.ceosfr.irex.asso.fr>



Poutre de retrait gêné (échelle 1) – Instrumentation déployée sur la partie centrale lors de l'essai de flexion (Fibre optique base longue, CV : capteur à corde vibrante, LVDT). @CEOS.fr

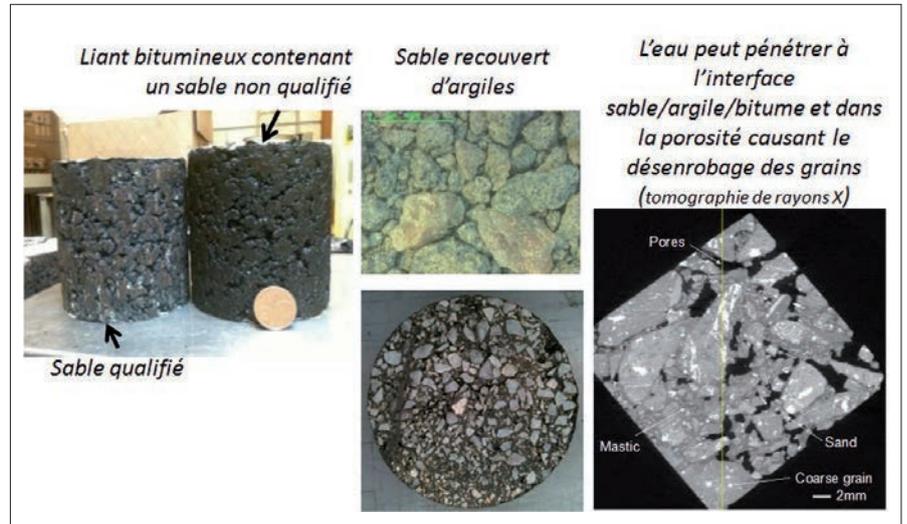


clauderospars@ifsttar.fr

Valorisation des sables argileux non qualifiés dans les couches de roulement bitumineuses

L'Ifsttar avec le soutien de l'UNPG a mené des travaux dans le cadre de la thèse de Chi Wei Chen (2012-2016) sur la thématique des sables argileux. Ces travaux ont permis :

- de mettre en pratique les méthodes d'identification et de quantification des phases minérales présentes dans des sables de carrière (et en particulier des phases argileuses sources de pathologie) et de dessiner la limite de ces méthodes (en particulier la méthode Rietveld couplée à la diffraction de rayons X) ;
- de développer et préciser les relations entre natures minéralogiques d'argiles (illite, montmorillonite...) et valeurs de bleu correspondantes. La valeur de bleu (MB) est le test permettant de qualifier un sable, c'est-à-dire de définir s'il est ou non acceptable pour un usage donné en génie civil. Les travaux ont montré que dans certains cas, la valeur limite de MB=2 pouvait être dépassée ;
- de mettre en relation les propriétés microstructurales des argiles et leur nature minéralogique dans le phénomène d'adhérence et de désenrobage au contact du bitume,



Les argiles : des polluants pour les sables dans les liants bitumineux

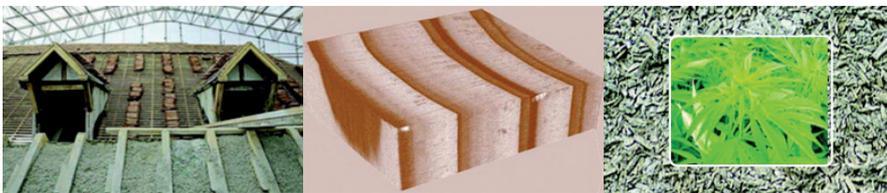
mis en évidence à l'échelle micro (méthode de la goutte posée) et à l'échelle macro (essais Duriez).

Finalement, une nouvelle méthodologie a été proposée, basée sur MB (1^{er} niveau de test), sur la capacité d'échange cationique (2^e niveau de test), la minéralogie des sables (3^e niveau) et

enfin sur l'essai Duriez en dernier niveau. Cette nouvelle méthodologie devrait permettre d'étendre la gamme des sables utilisables dans les liants bitumineux.

 myriam.duc@ifsttar.fr
yannick.descantes@ifsttar.fr

Matériaux biosourcés et naturels pour une construction durable



Du matériau au bâti (Maison du tourisme de Troyes @Carole Belle ; microtomographie aux rayons X de bois @Ifsttar-ENPC-CNRS ; béton de chanvre)

Le programme de recherches Mabionat est le fruit d'une collaboration entre les laboratoires de l'Ifsttar et du Cerema sur la thématique des matériaux biosourcés et naturels utilisés dans la construction. L'objectif est de contribuer à une meilleure connaissance du comportement des matériaux ou des structures sous des sollicitations complexes dans le but de fournir des outils méthodologiques et de faire progresser les règles de construction. Différentes thématiques ont été étudiées, notamment :

- l'estimation de la durée de vie de différents types de matériaux (composites à matrice organique renforcée par des fibres végétales, isolants à base de granulats végétaux, peintures formulées à partir d'agro ressources) ;
 - les systèmes de constructions multimatériaux à base de bois et de paille ;
 - le comportement hygrothermique des matériaux de construction biosourcés.
- Pour tous ces thèmes, des approches multi-échelles et pluridisciplinaires ont

été utilisées pour obtenir une vision globale des propriétés de ces matériaux. Un document de synthèse du projet présente les résultats obtenus dans Mabionat, organisés en quatre thématiques :

- propriétés des matériaux ;
- durabilité ;
- instrumentation de bâtiments réels ;
- évaluation environnementale et fin de vie.

Le séminaire des 19 et 20 mai 2016 a permis de faire le point sur les travaux réalisés et leurs perspectives. La synthèse de ces recherches est disponible sur le site du projet.

<http://mabionat.ifsttar.fr>

 sandrine.marceaux@ifsttar.fr
sabine.carre@ifsttar.fr
pilar.lesage@cerema.fr

Vers une harmonisation européenne de l'évaluation des propriétés d'usage des revêtements



Essais comparatifs sur la piste d'expérimentation du site nantais de l'Ifsttar

Le projet européen Rosanne vise à définir une pratique commune en Europe en matière de mesure des propriétés d'usage de la route comme l'adhérence, le bruit et la résistance au roulement. Ce projet, financé par la Commission européenne, a réuni un consortium composé de onze laboratoires de recherche routière (2013 – 2016). Concernant l'adhérence, de nombreux appareils et méthodes sont utilisés à travers l'Europe conduisant à des résultats difficilement comparables. Deux campagnes d'essais croisés réalisées sur la Piste de recherche et d'expérimentation routière (PRER) de l'Ifsttar à Nantes ont permis de définir un indicateur commun dont la robustesse et la pertinence ont été vérifiées sur des routes ouvertes au trafic. Concernant le bruit de roulement, deux méthodes coexistent au niveau européen. Les travaux ont permis d'affiner la correspondance entre celles-

ci et de proposer une méthodologie d'évaluation des qualités acoustiques des revêtements de chaussée compatible avec les méthodes de réalisation des cartes de bruit. Concernant la résistance au roulement, les recherches sont plus récentes avec peu d'appareils de mesure disponibles en Europe. Ce projet a permis de proposer une procédure de calibration des appareils et de mesure *in situ*. Des essais sur la PRER de Nantes ont montré une bonne fiabilité pour certains appareils. L'ensemble de ces résultats alimentera des projets de normes qui seront examinés par les instances de normalisation européennes.

<http://www.rosanne-project.eu>

 veronique.cerezo@ifsttar.fr
minh-tan.do@ifsttar.fr

Avancées en matière de détection automatique de fissures sur chaussées et ouvrages d'art

Cet article présente par le biais de deux illustrations, les progrès réalisés en matière de détection automatique de fissures en surface des matériaux de chaussées et béton. Le relevé de la fissuration est un élément important pour établir un diagnostic de santé structurelle des ouvrages du génie civil. Dans ce contexte, l'objectif est d'automatiser le relevé de fissuration par des outils de traitement d'images.

La figure 1 présente le travail d'amélioration de l'algorithme MPS (*Minimal Path Selection*), qui a été mis au point en 2014 en collaboration avec l'IRCCyN, l'Irit et l'Ifsttar pour le relevé automatique de fissures sur chaussées. En favorisant la connexité entre les « pixels-fissures » de l'image, MPS s'est révélé plus performant que les algorithmes testés par le passé. La version parallélisée de MPS sous GPU en 2016 apporte une réduction drastique du temps d'exécution, tout en améliorant la qualité de la segmentation. Le temps d'exécution permettrait d'envisager un traitement en temps réel des images de chaussée collectées à vitesse de trafic.

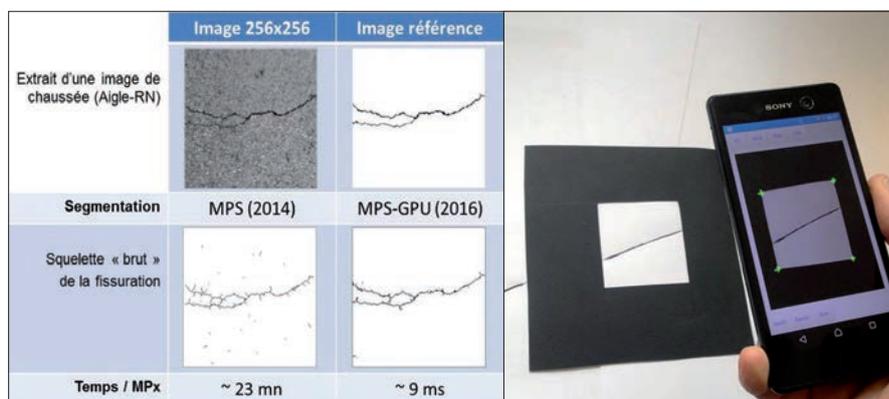


Figure 1 - Détection automatique du squelette de fissures sur une portion 256 x 256 d'image de chaussée par l'algorithme MPS initial sous Matlab (à gauche) et par sa version parallélisée sous GPU (à droite)

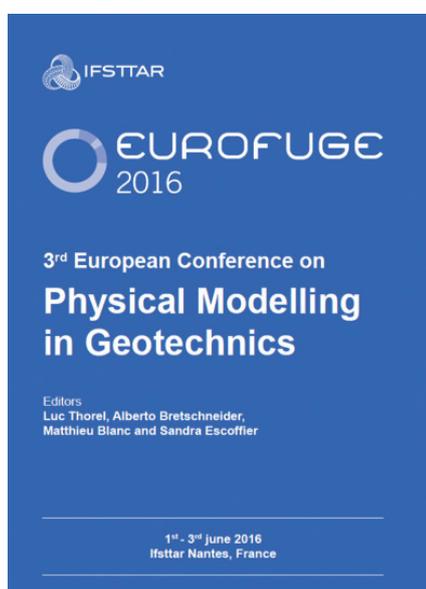
Figure 2 - Application « Fissuromètre » sous Android pour mesurer *in situ* la largeur d'une fissure isolée sur le béton

En parallèle, des outils d'analyse d'image ont été développés pour des applications en ouvrage d'art, en particulier pour la mesure de l'indice de fissuration (IF). Ce travail se poursuit maintenant par l'intégration d'outils de traitement d'images dans un *smartphone* sous Android. L'objectif est ici de fournir des solutions de mesures compactes, adaptées aux opérations sur ouvrage en

complément du contrôle visuel réalisé par les agents. À titre d'exemple, la figure 2 présente la mesure de la largeur d'une fissure isolée, dont on cherche à adapter l'ergonomie aux contraintes opérationnelles.

philippe.nicolle@ifsttar.fr
jean-marc.moliard@ifsttar.fr
vincent.baltazart@ifsttar.fr

Congrès Eurofuge 2016, 3rd European Conference on Physical Modelling in Geotechnics



Physical Modelling In Geotechnics, Thorel, Bretschneider, Blanc & Escoffier (Eds) Nantes, ISBN 978 2 85782 716 0

Le 3^e Congrès européen de modélisation physique en géotechnique Eurofuge 2016 a été organisé par l'Ifsttar sur son site de Nantes du 1^{er} au 3 juin 2016, sous l'égide du Comité technique TC104 « Modélisation physique en géotechnique » de la Société internationale de mécanique des sols et de géotechnique. Soutenu par le Comité français de mécanique des sols et de géotechnique, la société Actidyn et Nantes Métropole, ce congrès a réuni 85 participants venant de 20 pays. Différents spécialistes sont venus échanger sur les risques naturels, les énergies renouvelables, les infrastructures et les équipements de modélisation physique. Cinq thèmes avaient été retenus : risques naturels, infrastructures, énergies renouvelables, équipements de modélisation physique et retour à l'essentiel.

56 communications ont été regroupées dans un volume d'actes de 392 pages, qui contient également le texte de deux conférences spéciales prononcées par :

- la Professeure Cristina Tsuha de l'Université de Sao Paulo (Brésil) sur « *Physical Modelling of the Behaviour of Helical Anchors* » ;
- le Professeur Masaki Kitazume de l'Institut de technologie de Tokyo (Japon) sur « *Applications of Centrifuge Modelling to Liquefaction Mitigation Techniques* ».

Les actes, libres de *copyright*, seront diffusés dans les prochains mois sous format numérique sur le site du congrès, puis sur le site de la SIMSG.

<http://eurofuge2016.ifsttar.fr>

luc.thorel@ifsttar.fr

Journées nationales maçonnerie – JNM 2016

Les premières Journées nationales maçonnerie se sont déroulées les 17 et 18 mars 2016 sur le site de l'Ifsttar Marne-la-Vallée. L'objectif de ces journées, organisées par l'Ifsttar et l'ENPC avec le soutien du MEEM, était de rassembler les acteurs impliqués au niveau national dans la conservation du patrimoine, la construction neuve, la réglementation et l'analyse des structures en maçonnerie. Les JNM ont réuni plus de 200 participants issus d'horizons divers – maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études, architectes, experts, chercheurs, industriels ou artisans, et ont donné lieu à de nombreux et fructueux échanges sur la thématique. Après l'introduction d'Hélène Jacquot-Guimbal, Directrice

générale de l'Ifsttar, Françoise Prêteux, Directrice de la recherche de l'ENPC, et Patrice Bueso, Adjoint au chef du service de la recherche au MEEM, 42 présentations orales et 12 posters se sont succédé pour traiter des questions de modélisation et d'expérimentation,



Journées nationales de la maçonnerie – Ifsttar, site de Marne-la-Vallée

mais aussi de gestion du patrimoine, pathologies et réparation, ou encore de la construction neuve et du développement durable. La première journée s'est achevée sur une table ronde animée par Jean-François Seignol sur le thème de l'Avenir de la maçonnerie : au carrefour entre la science et la pratique. Lors de la conclusion, Bruno Godart et Karam Sab ont mis en avant le bilan positif de ces journées qui ont permis de réunir les parties prenantes et de réaffirmer l'importance de la thématique.

<http://jnm2016.ifsttar.fr>



anne-sophie.colas@ifsttar.fr

Mesure de la tension de tirants d'ancrages actifs et évaluation des performances des techniques de mesure

Les ouvrages hydrauliques sont ou vont être équipés de tirants d'ancrage actifs, installés à des fins de confortement (tirants géotechniques). Certains de ces tirants d'ancrage ont été ou seront équipés de dispositifs de mesure de la tension (cellules à cordes

vibrantes, cellules à pression d'huile, essentiellement) installés entre la plaque d'appui et la tête d'ancrage. Les capteurs magnétostrictifs sont réputés permettre une mesure de la tension du tirant de par leur implantation autour du câble ou d'un toron, mais ces capteurs, non

accessibles, ne sont pas davantage remplaçables.

Le laboratoire SMC a effectué, à la demande d'EDF, une étude sur la mesure de la tension de tirants d'ancrages actifs visant à mieux appréhender les performances des moyens et techniques de mesure et à examiner l'influence de divers paramètres sur ces moyens techniques :

- qualification des performances métrologiques de capteurs réputés fournir une mesure de la tension de tirants d'ancrage actifs de type câble (limitée à des sollicitations mécaniques) ;
- analyse des effets de quelques paramètres influant sur les mesures de la tension ;
- analyse de la pertinence de la technique d'auscultation par impédance, réputée donner une mesure de la longueur libre d'un tirant et de sa tension.

Un dispositif expérimental a été mis en place pour tester les moyens de mesure mis à disposition selon plusieurs configurations d'essais sur un tirant multi-torons (T15.7) soumis à des chargements variables.

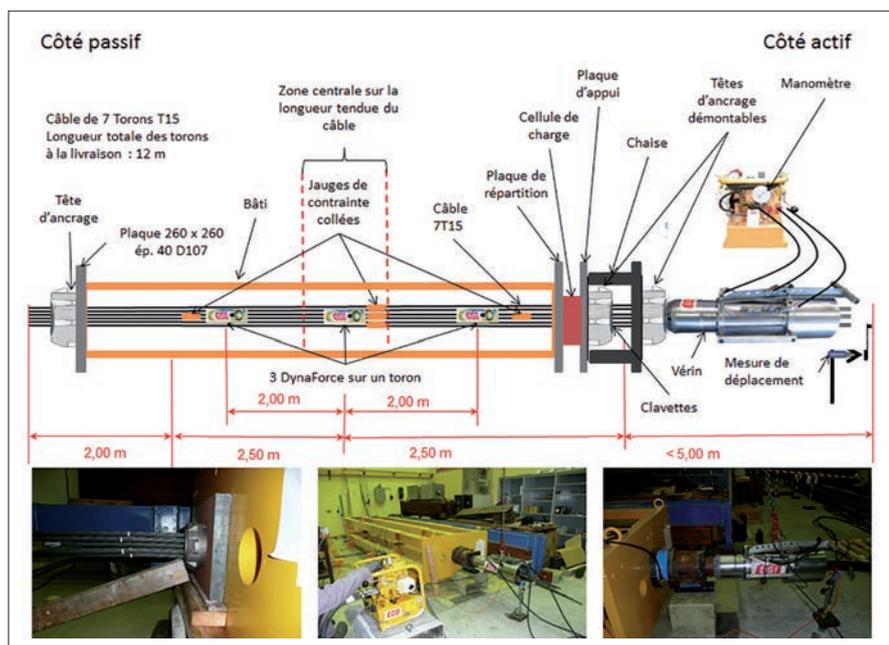


Schéma du dispositif expérimental



lamine.dieng@ifsttar.fr
laurent.gaillet@ifsttar.fr



Thèses

GERS-RR0

HUSSEIN MOUZANNAR

Caractérisation de la résistance au cisaillement et comportement des interfaces entre béton et fondation des structures hydrauliques

COSYS-LISIS

LÉA CHACCOUR

Développement d'une source VECSEL bifréquence, pour la mesure de l'effet Brillouin dans les fibres optiques

GERS-SRO / GERS-GMG

ZINEB ABCHIR

Contribution à l'étude du comportement des pieux soumis à des sollicitations axiales monotones et cycliques

COSYS-LISIS

NICOLAS GILLERON

Méthode de prévision des tassements provoqués par le creusement des tunnels urbains et influence des présoutènements

MAST-NAVIER

JENNIFER FUSIER

Suspensions floculées modèles : de la caractérisation à la modélisation

MAST-NAVIER

YOUSRA TIMOUNAY

Rhéologie d'interface liquide/air chargée de grains – vers la consolidation d'un milieu aéré

MAST-NAVIER

MOHAMED HASSAN KHALILI

Matériaux granulaires en compression quasi-statique : étude des petites déformations par microtomographie X et par simulation numérique discrète

MAST-MIT

LAURE BOUCARD

Déstabilisation des émulsions de bitume et évaluation du comportement à l'interface huile/eau

MAST-NAVIER / MAST-EMMS

ASTRID BILLON

Méthode d'évaluation non destructive de la qualité du collage des composites de renforcement pour le génie civil

MAST-GPEM

AURÉLIEN NEVEU

Simulation numérique de la fragmentation des granulats

MAST-LAMES

HANAN NASSER

Méthode de résolution du M4-5n par éléments finis mixtes pour l'analyse des chaussées avec discontinuités

MAST-EMMS

BRICE DELSAUTE

Nouvelle approche pour le suivi et la modélisation du comportement au fluage et du retrait de pâtes de ciment, mortiers et bétons depuis la prise

COSYS-LISIS / MAST-NAVIER

ARNAUD PACITTI

Modélisation non-linéaire des câbles : identification expérimentale de la tension par méthode inverse statique

MAST-EMMS

THOMAS GUENET

Modélisation du comportement des bétons fibrés à ultra-hautes performances par la micromécanique : effet de l'orientation des fibres à l'échelle de la structure

MAST-SDOA / COSYS-LISIS

OMAR MORENO REGAN

Étude du comportement des tunnels en maçonnerie du métro parisien

MAST-FM2D

RIM RAGOUG

Attaque sulfatique externe des matériaux cimentaires – Impact de différents facteurs : âge, composition du liant, présence de chlorures

MAST-SDOA

SOPHIE CAPDEVIELLE

Introduction du gauchissement dans les éléments finis multifibres pour la modélisation non linéaire des structures en béton armé

MAST-NAVIER

NGHIA BUI NAM

Expansion et contrainte induites par la cristallisation dans les matériaux cimentaires en présence de sulfates

GERS-GEOEND

VINCENT METAIS

Auscultation avec les ondes de surface de matériaux très hétérogènes

COSYS-SII

NILS ARTIGES

De l'instrumentation au contrôle optimal prédictif pour la performance énergétique du bâtiment

MAST-CPDM

HAJER RABII

Étude du vieillissement de composites renforcés par des fibres naturelles : application bâtiment

GERS-SRO / MAST-GPEM / MAST-MIT

CHI-WEI CHEN

Étude physico-chimique des possibilités de valorisation des sables argileux non conformes dans des mélanges bitumineux routiers

GERS-NAVIER

FRANCISCO LAMAS LOPEZ

Étude *in situ* et en laboratoire sur le comportement dynamique des matériaux constitutifs des plateformes ferroviaires classiques dans le contexte d'augmentation du trafic

MAST-NAVIER

JENNIFER NAEL

Absorption d'eau des granulats poreux : Mesure et conséquences sur la formulation des mortiers et des bétons

AME-EASE / ERA 30

WALID CHEBBI

Approche méthodologique pour la valorisation d'un co-produit industriel dans la route



HDR

GERS-SRO

SÉBASTIEN BURLON

Prise en compte de l'interaction sol-structure pour le calcul des ouvrages géotechniques, Université Paris-Est, 8 mars 2016

MAST-SDOA

VÉRONIQUE BOUTEILLER

Étude de la corrosion des structures en béton armé et de leur réparation par traitements électrochimiques en vue d'une meilleure gestion des ouvrages d'art, Université Paris-Est, 17 mai 2016

MAST-SMC

SYLVAIN CHATAIGNER

Collage structural et matériaux composites pour les structures de génie civil : contributions théoriques et applications, Université Paris-Est, 26 septembre 2016



AXE
3

MAÎTRISER LES RISQUES NATURELS ET IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Programme RS2E-OSUNA : état de la pollution des sols des bassins versants proches de l'estuaire de la Loire

Ce travail s'intéresse à la gestion des sols contaminés : le vignoble nantais (avec la problématique de l'usage de la bouillie bordelaise et le réemploi des terres), les sols urbains avec la décharge de la Prairie de Mauves (et la question du transfert des contaminants vers la Loire). Une parcelle, faisant l'objet d'une opération d'arrachage, a été caractérisée vis-à-vis du cuivre. Une cartographie fine de la contamination a été réalisée par des mesures *in situ* à l'aide d'un spectromètre de fluorescence X portable. Par ailleurs, un travail sur l'identification des phases contrôlant la spéciation du cuivre a été réalisé en effectuant des fractionnements granulométriques couplés à des analyses par micro-fluorescence X. Les résultats montrent que les concentrations en cuivre varient entre



Mesure *in situ* à l'aide d'un spectromètre de fluorescence X portable

40 et 300 mg.kg⁻¹. Le cuivre, associé aux oxydes de fer et de manganèse, peut être remobilisé suite à l'infiltration des eaux de pluie sous forme colloïdale. Le site de la Prairie de Mauves a fait l'objet d'un suivi de la qualité de ses eaux

souterraines afin de comprendre le transfert des contaminants à la Loire. Les résultats ont montré que le panache de polluants atteint la Loire. Par ailleurs, la décharge représente une source de pollution aux substances médicamenteuses, phytosanitaires et autres émergents. Ces molécules appartiennent à différentes familles comme les analogés et les perturbateurs endocriniens. Les concentrations en aval du site sont à des teneurs supérieures à 0,1 µg.L⁻¹.

<http://www.osuna.univ-nantes.fr/rs2e-osuna>



liliane.jean-soro@ifsttar.fr

Potentiel des dépendances vertes des infrastructures linéaires de transport pour les pollinisateurs sauvages

Dans le contexte actuel de déclin des populations d'insectes pollinisateurs, soumis à la destruction et à la fragmentation de leurs habitats et à l'effet des pesticides, les surfaces importantes développées par les dépendances vertes (DV) des infrastructures linéaires de transport (ILT) peuvent-elles constituer une opportunité pour la préservation de ces espèces et améliorer le bilan environnemental des ILT? Le projet PolLinéaire (programme Ittecop 2014), réalisé en association avec l'Inra et le Cerema, visait à évaluer, expliquer – et proposer des solutions opérationnelles pour développer – ce potentiel en tant qu'habitat (alimentation, nidification) et source de dispersion (déplacements) vers la trame paysagère avoisinante, pour les abeilles sauvages et les papillons de jour. Les études de terrains ont été réalisées d'une part dans des DV de routes nationales proches d'une culture



Développement de la flore locale utile aux insectes pollinisateurs dans une dépendance verte routière

attractive (champs de colza) en Bretagne et Pays de la Loire (étude de la fonction source), et d'autre part dans des DV de réseaux électriques à haute tension traversant des massifs forestiers (fonction habitat) en Dordogne et Limousin. Les populations d'insectes pollinisateurs réagissent favorablement au maintien de

milieux ouverts riches en fleurs grâce à un entretien adéquat des DV. Des recommandations opérationnelles à l'adresse des gestionnaires et aménageurs routiers sont formulées.

 denis.françois@ifsttar.fr

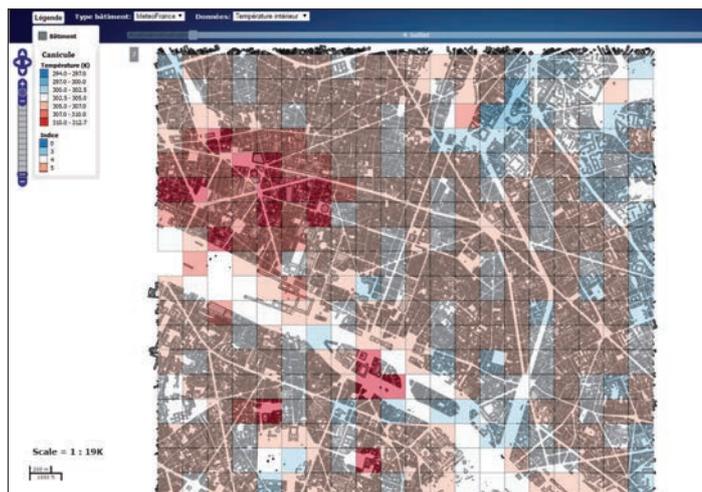
RepExtrem : températures dans les habitats pendant les périodes de canicules

Ces 20 dernières années le nombre de vagues de chaleur a considérablement augmenté. La canicule de 2003, a déclenché la mise au point d'un plan canicule. Pourtant encore en 2015, Santé publique France recense en France plus de 3300 décès attribués aux épisodes de fortes chaleurs du mois de juillet. Avec le laboratoire GAME de Météo-France, l'Ifsttar a réalisé le projet

de recherche RepExtrem en réponse à l'appel à projet RDT du MEEM dans le but de mieux comprendre les températures réelles auxquelles sont confrontées les populations urbaines pendant les vagues de chaleur. Les habitants vivant à l'intérieur de leur habitation, l'enjeu était d'estimer les températures intérieures (donc vécues) en fonction des types d'appartement, en se basant sur les

modélisations du modèle SURFEX-TEB complétées par des observations dans certains appartements. Les résultats sont saisissants : en période de fortes chaleurs, qui comprennent des épisodes caniculaires, certains appartements, mal ventilés, bien isolés, peuvent avoir plusieurs degrés de plus (jusqu'à 4 °C) que d'autres appartements dans le même voisinage géographique, et rester à plus de 27 degrés, de jour comme de nuit, pendant plusieurs semaines. Un indice de dangerosité est proposé pour différencier ces situations et permettre de mieux cibler une intervention auprès des personnes plus sensibles. L'indice proposé intègre la durée du phénomène, son intensité, le type d'appartement et la vulnérabilité des personnes. Un site web a été conçu pour pouvoir rejouer l'épisode de 2015 et voir les différenciations spatiales et temporelles de l'événement.

<http://representation-phenomenes.ifsttar.fr/assets/canicule/canicule.html>



Température intérieure de nuit le 4 juillet 2015 pour les appartements de type Haussmannien

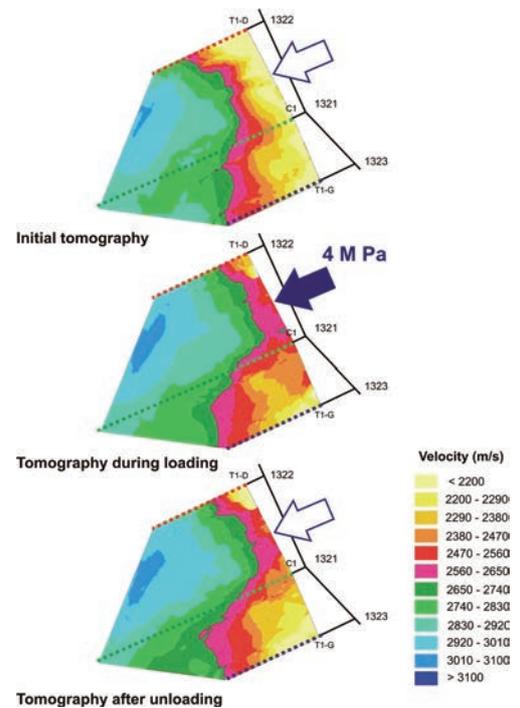
 anne.ruas@ifsttar.fr

Suivi de l'évolution de zones endommagées autour de structures souterraines

Dans le cadre des expérimentations engagées par l'Andra afin d'évaluer la constructibilité, la sûreté et la réversibilité d'un stockage profond de déchets radioactifs dans les argilites du Callovo-Oxfordien, il est nécessaire de développer des méthodes de suivi à moyen terme des parties endommagées de la roche au voisinage des excavations (galeries, alvéoles). Cette observation est très importante au vu du différentiel de conductivité hydraulique entre le massif sain et les parties endommagées. Les méthodes sismiques constituent un outil propice au suivi de l'évolution des propriétés mécaniques au sein du massif rocheux. L'Ifsttar, en collaboration avec l'Andra, réalise depuis plusieurs années un suivi de l'état de la roche par tomographies sismiques adaptées au cadre de l'expérimentation Andra « CDZ », qui vise à observer les effets de la compression

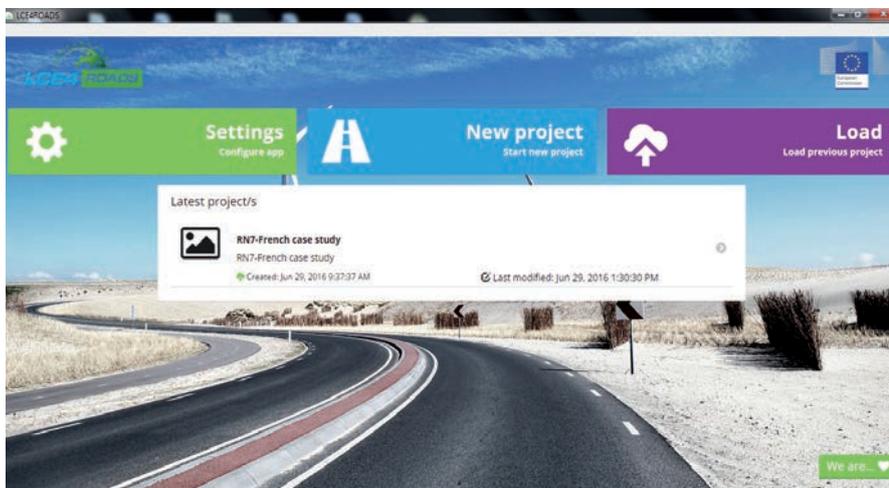
mécanique et de l'hydratation sur la zone endommagée en paroi d'une galerie. Les mesures réalisées ont pu montrer la sensibilité importante des vitesses sismiques aux différentes phases de compression/hydratation du massif, avec l'observation d'un accroissement de cette vitesse localisé dans la zone endommagée et interprété comme la conséquence du colmatage des microfissures sous l'effet de la pression mécanique et/ou de la réhydratation de la roche. Des travaux en perspective visent à dépasser les actuelles limitations en précision pour les très faibles variations (de l'ordre ou inférieures au %) en installant des systèmes de sources et capteurs pérennes au sein de forages dédiés.

 philippe.cote@ifsttar.fr



Coupes tomographiques horizontales réalisées pour différentes étapes de mise en compression d'une paroi de galerie

Vers une certification européenne « développement durable » des infrastructures routières



Interface de l'outil de certification « LCE4ROADS »

Le projet européen LCE4ROADS (2013 – 2016), coordonné par ACCIONA (Espagne) a rassemblé un consortium de treize partenaires européens, du monde de la recherche (Ifsttar, Chalmers, etc.) et de l'industrie (IECA, NAPE, etc.). Il vise à créer une méthode de certification des infrastructures routières en se basant

sur des critères « développement durable » ainsi que l'outil d'évaluation associé. La méthodologie de certification a été développée pour le réseau routier européen structurant et s'applique aussi bien aux infrastructures neuves que réhabilitées. Deux niveaux de certification ont été proposés (légère et complète)

pour chacun des trois moments de certification identifiés (avant-projet, construction et après une période d'usage dont la temporalité a été laissée à la discrétion du gestionnaire routier). La certification couvre quatre domaines : environnemental, technique, social et économique. Pour chaque domaine, un jeu d'indicateurs a été sélectionné en se basant en particulier sur le contenu des normes européennes et des « Green Public Procurements », sur des labels et outils d'évaluation existants ainsi que sur des résultats de projets de recherches nationaux et internationaux. Une base de données propre à chaque pays a également été mise en place afin de tenir compte des spécificités locales, notamment dans le calcul des indicateurs d'impacts environnementaux. La méthodologie et l'outil ont été testés et validés sur plusieurs cas d'étude répartis à travers l'Europe.

<http://www.lce4roads.eu>

 veronique.cerezo@ifsttar.fr

Projet EDF-Ifsttar CIBEFHY :

Caractérisation de la résistance au cisaillement et comportement des interfaces entre béton et roche de fondation des structures hydrauliques –
Thèse de doctorat d'Hussein Mouzannar, soutenue en septembre 2016

La justification de la stabilité d'un barrage-poids existant sur une fondation rocheuse comporte la vérification de la stabilité vis-à-vis du glissement à l'interface entre béton et roche.

Le comportement au cisaillement de cette interface dépend de l'effort normal appliqué à la fondation, des déformabilités de la roche et du béton, de la morphologie

de la surface rocheuse et de sa propreté avant le coulage.

À la demande du bureau d'ingénierie géotechnique central d'EDF, dans l'objectif de relier la résistance au cisaillement observée en laboratoire sur des échantillons de petites dimensions (carottes) à la résistance à la base d'un barrage, l'effet d'échelle

sur le comportement et la résistance des interfaces entre roche et béton a été étudié. Outre la question complexe de la caractérisation objective d'une topographie à différentes échelles, des essais de cisaillement direct ont été effectués à différentes échelles, dont certains sur éprouvettes métriques mobilisant un équipement exceptionnel au niveau mondial basé au Cerema à Lyon.

Enfin, un modèle numérique, cohésif avec dégradation puis frottant, entre deux solides de comportement fragile avec plasticité localisée, pour simuler le contact entre le béton et la roche, a été développé pour analyser les résultats.

Le phénomène d'effet d'échelle sur la résistance au cisaillement des interfaces béton-roche a été, pour la première fois, mis en évidence et les différents paramètres influençant la rupture à l'interface identifiés.



Mise en place d'une éprouvette métrique dans la grande boîte de cisaillement direct du Cerema

<http://www.rro.ifsttar.fr/>



marion.bost@ifsttar.fr



Exemple de cartographie produite dans le cadre du projet Trafipollu de la distribution relative (cercles fuchsia) d'un polluant (ici le cuivre) issu du trafic, en sortie des réseaux d'eau pluviale étudiés, se jetant dans la Marne. On note que l'organisation des réseaux d'assainissement de la zone redistribue et concentre la pollution, émise principalement le long de l'axe routier au centre du domaine, vers l'amont de la Marne

Projet Trafipollu

Le projet Trafipollu (ANR 2013-2016) a pour objectifs le développement d'outils de modélisation et la localisation des polluants générés par le trafic routier urbain à différentes résolutions spatiales. Pour atteindre cet objectif ont été mises en œuvre aux différentes échelles urbaines (rue, quartier et ville) les chaînes de modélisation permettant de prévoir

- le comportement du trafic ;
- les émissions de polluants associés ;
- la dispersion des polluants dans l'atmosphère ;
- le dépôt des polluants ;
- leur transfert dans l'eau et dans les sols.

À l'échelle de la rue, le Laboratoire eau et environnement a développé une approche de modélisation du transfert d'eau dans le sol et a mené des expérimentations permettant de connaître la nature et la quantité de polluants déposés sur la voirie (dépôts secs sur la chaussée, les trottoirs et dans les caniveaux) et sur

les sols en bordure de voirie, sur le site du Perreux caractérisé par un trafic important. À l'échelle de la ville, un outil de reconstruction automatique du réseau hydrographique (réseaux d'assainissement et rivières) exhaustif ou simplifié a été développé, à partir d'informations communément disponibles et robustes dans les banques de données urbaines. Une paramétrisation simplifiée du transfert conservatif des polluants dans l'eau a été développée dans un modèle hydrologique distribué, basé sur le réseau reconstruit.

Le séminaire de clôture a eu lieu le 21 novembre dans les locaux de l'Ifsttar à Champs-sur-Marne.

<http://www.rro.ifsttar.fr/>



katia.chancibault@ifsttar.fr

Le Geri Véhicules électriques : bilan de 6 années d'échanges et de rencontres

Le Groupe d'échange et de recherche de l'Ifsttar (Geri) Véhicules électriques, créé en 2010, a regroupé les personnels de l'Ifsttar dont les activités concernent la conception, l'utilisation et le déploiement des véhicules électriques. Les thématiques abordées relèvent autant des champs disciplinaires SPI que SHS. Le but de ce Geri n'était pas la promotion des véhicules électriques mais la confrontation des approches. Plus d'une dizaine de laboratoires de l'Ifsttar ont participé et contribué aux séances de travail. Deux réunions annuelles (en moyenne) ont permis d'échanger des informations, de partager des expériences, de monter des projets de recherche... En particulier, une journée sur « Le bilan environnemental du VE » a rassemblé 36 personnes en février 2012 et 20 personnes ont échangé sur le thème « Quelle recherche pour quelle recharge ? » en novembre 2015. L'idée du projet EVREST

a germé lors d'une séance du Geri VE en janvier 2011. Ce projet a ensuite été financé par l'Europe dans le cadre d'un appel ERANET+ Electromobility et a réuni des compétences SHS et SPI dont 3 laboratoires français (LTE et Dest de l'Ifsttar + 1 laboratoire CNRS), 4 allemands, 1 autrichien et un industriel. Le travail a porté sur l'optimisation technologique et l'évaluation environnementale d'une solution à prolongateur d'autonomie adaptée à des scénarios construits à partir de données de mobilités issues de plusieurs pays. Tous les comptes rendus du Geri VE sont disponibles en ligne.

<http://actions-incitatives.ifsttar.fr/geri/ve/>



virginie.boutueil@enpc.fr
serge.pelissier@ifsttar.fr

21^e conférence internationale sur les Transports et la pollution de l'air (TAP 2016)

Le secteur des transports est stratégique dans l'activité sociale et économique des territoires des pays de l'OCDE. Les évolutions technologiques, politiques et d'aménagements doivent prendre en compte les impacts locaux et globaux des transports sur l'environnement et la santé.

Dans cet esprit, l'Ifsttar a organisé la 21^e conférence Internationale sur les Transports et la pollution de l'air (TAP 2016) du 24 au 26 mai 2016 à Lyon. Le thème de TAP 2016 a porté sur « Les transports et la pollution de l'air au carrefour des enjeux territoriaux et de politique publique, face à la transition énergétique et aux défis technologiques ». TAP 2016 a couvert tous les aspects relatifs à la pollution atmosphérique des transports, depuis l'émission jusqu'aux impacts sur la santé et l'environnement, l'économie et l'emploi. TAP 2016 a eu un retentissement significatif au sein des communautés scientifiques et technologiques, mais aussi des entreprises industrielles, des politiques et des milieux associatifs



(300 participants provenant de 30 pays dont 17 européens, 177 présentations scientifiques). TAP 2016 a été l'occasion de faire le point sur les polluants issus des transports, les différentes technologies proposées pour les réduire, la qualité de l'air et l'impact des politiques publiques. En marge de TAP 2016, l'Ifsttar a organisé la session

plénière du groupe ERMES « *European Research on Mobile Emission Sources* » et un « *networking event* » du Point de contact national transport H2020.

<https://tap2016.sciencesconf.org/>
<http://tap2016.ifsttar.fr/>



salah.khardi@ifsttar.fr



Thèses

MAST-NAVIER RÉMY MENSIRE

Hydrodynamique d'une huile au contact d'une mousse aqueuse: mouillage, dynamique d'imbibition et écoulement dans des milieux confinés rugueux

AME-LAE YUANFANG ZHANG

Étude sur banc d'essai des forces de contact dynamique pneumatique/chaussée à l'origine du bruit de roulement

GERS-EE GUILLAUME LE BIHAN

Modèles hydrologiques régionaux pour la prévision distribuée des crues rapides: vers une estimation des impacts et des dommages potentiels

MAST-NAVIER ALIZÉE LEHOUX

Imagerie par résonance magnétique du transport et de la rétention des colloïdes dans les sols

GERS-SV ELIF ORAL

Modélisation multi-dimensionnelle de la propagation des ondes sismiques dans des milieux linéaires et non-linéaires

COSYS-LEOST ADIL EL ABBOUBI

Étude et évaluation de la consommation énergétique d'une balise ferroviaire fondée sur l'ULB et le retournement temporel

MAST-NAVIER RAPHAËL BRIERE

Étude ACV des chantiers de démolition en vue de la préservation des ressources. Focus sur les procédés de transport et de décharge

GERS-GEOEND CLARA JODRY

Développements méthodologiques pour l'imagerie et le suivi temporel par méthodes géoélectriques des structures de protection contre les inondations fluviales ou les submersions marines

GERS-NAVIER / GERS-SRO RACHID FELLAG

Phénomènes d'érosion interne dans les graves et les sols grossiers: Application aux digues et aux barrages



HDR

AME-EASE PIERRE-OLIVIER VANDANJON

Sur quelques applications des techniques robotiques d'identification à des problèmes du Génie Civil, Université de Nantes, 29 avril 2016

AME-EASE VÉRONIQUE CEREZO

Contribution aux méthodes de diagnostic de sécurité des infrastructures, Insa de Lyon, 5 septembre 2016



AXE
4

PENSER ET AMÉNAGER LES VILLES ET TERRITOIRES

Aller à vélo prendre le train, une idée profitable

Combiner le vélo et le train pour aller travailler, c'est une idée que les chercheurs de l'Ifsttar ont déjà explorée avec le projet Port-Vert. Avec le projet Vert, mené en coopération avec Jean-Marie Beauvais Consultants et financé

par la Direction de la recherche et de l'innovation au ministère de l'Écologie, ils l'ont approfondie en menant une évaluation économique du gain obtenu en transférant des usagers réguliers du train, de la voiture au vélo, pour se rabattre à la gare. Et ce gain est important : environ 2000 euros par voyageur et par an, comprenant notamment le gain sur les installations de stationnement, le gain sur le coût des trajets de rabattement, et le gain pour la santé des usagers de pratiquer de l'exercice physique. Le projet Vert a appliqué son modèle à une étude de cas sur la ville d'Amboise, dans deux scénarios de développement du vélo, incluant aussi la prise en compte des vélos pliants que l'on peut facilement

embarquer dans le train, et des vélos à assistance électrique qui facilitent le franchissement des côtes présentes près de la Loire. Le rapport final comprend des recommandations à tous les niveaux de décision et à la SNCF pour favoriser l'intermodalité vélo-train, en particulier en ce qui concerne les stationnements vélo en gare et les itinéraires de rabattement. Le projet Vert a donné lieu à plusieurs communications scientifiques et a retenu l'attention de professionnels.

<http://www.predit.prd.fr/predit4/projet/45150>



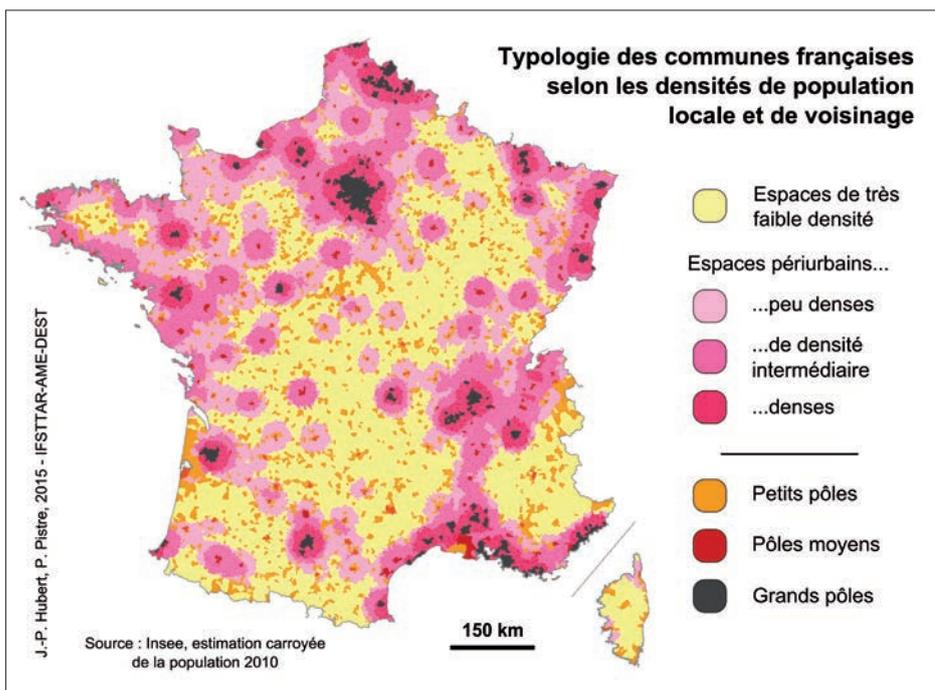
La consigne collective à vélos de Monfort-sur-Meu directement sur le quai de la gare

La face cachée de la dynamique de la mobilité : rôle des zones peu denses dans l'évolution à long terme des territoires et de la mobilité

La mobilité et l'usage de l'automobile en faible densité, périphérie urbaine ou campagne, sont mal décrits par les statistiques. Alors que depuis 2005 les observations concordent pour montrer une nette baisse de la mobilité automobile dans les grandes villes, il était plus difficile de caractériser l'évolution des comportements hors des zones

denses et de savoir comment la hausse des coûts du carburant, par à-coups depuis 2000, pèse sur les budgets transport. Grâce aux fonds de l'Inrets, à l'Insee et au Centre d'accès sécurisé aux données (CASD), des jeux de données ont été rassemblés contenant des données individuelles relatives à la mobilité, représentatives des types de zones peu denses et disposant du code communal, afin d'y intégrer des typologies géographiques construites pour le projet. Une première étude a permis de comprendre comment le kilométrage parcouru par les ménages a pu baisser en zone peu dense depuis 2000 (données de ParcAuto, Sofres et Budget des Familles, Insee) alors que la motorisation et les distances domicile-travail continuaient à y croître (données du Recensement de la population, Insee). D'autres études complètent l'analyse de la diversité de l'espace peu dense et de ses dynamiques, en relation avec la densité du voisinage. Les dépenses de transport sont ainsi maximales dans les espaces périurbains les plus proches des villes et, de 1995 à 2006, les dépenses de transport dans les espaces peu denses ont crû bien plus que dans les agglomérations.

Typologie communale des espaces de faible densité (Auteurs : Pierre Pistre et Jean-Paul Hubert, Ifsttar Ame Dest)



jean-paul.hubert@ifsttar.fr

Les évolutions des métiers du transport fluvial

Le projet, financé par le Conseil régional des Hauts-de-France, associe l'Ifsttar-Splott, le Cerema et l'association Travail et culture. Il cherche à comprendre comment les chaînes logistiques se forment et se transforment, c'est-à-dire comment les agents de ces chaînes modifient leurs métiers, leurs activités et leurs systèmes de relations. L'ambition est d'analyser si ces évolutions sont favorables ou non au report modal vers la voie d'eau, et de les accompagner si nécessaire.

Le travail a montré que le choix du fluvial ne relève pas uniquement d'un calcul

rationnel d'optimisation des coûts et des temps de transport, mais dépend des représentations des chargeurs quant à l'efficacité comparée des différents modes, comme d'une nécessaire socialisation au fluvial. Enfin, du côté de l'offre, il convient de nuancer les conditions de performance du fluvial, qui reposent certes sur l'existence d'infrastructures et de services, mais aussi sur les conditions de production de ce service, l'organisation du travail sur les plates-formes de transbordement ou l'évolution du milieu professionnel des bateliers.

Financé dans le cadre du dispositif chercheurs-citoyens, le projet associe chercheurs, mais aussi artistes, pour donner à voir les changements et transformations du travail autour de l'Escaut, en prévision de l'ouverture du canal Seine/Nord Europe. Le travail de recherche comme le travail artistique ont été présentés le 28 septembre 2016 devant des salariés, des chefs d'entreprise, des syndicalistes, des élus et habitants des territoires traversés.

corinne.blanquart@ifsttar.fr

Sense-City pose sa première pierre

Lundi 11 avril 2016, la première pierre de Sense-City a été posée. Un an après la mini-ville en plein air, qui aura permis de fédérer une solide communauté scientifique autour de ce projet, l'Equipex entre dans une nouvelle phase pleine de promesses.

Réunis sur le site de la future halle climatique, les directrices et directeurs des établissements partenaires du projet ont partagé la vision stratégique qu'ils portaient sur Sense-City. Répondant à des enjeux scientifiques et sociétaux toujours plus d'actualité, cet équipement

d'excellence est amené à prendre une place essentielle dans la stratégie de recherche du Campus Descartes. Pour l'occasion, un panel de chercheurs était rassemblé pour présenter leurs travaux, en lien avec le programme scientifique de Sense-City. Les sujets aussi pertinents que variés ont été couverts de la route du futur au suivi de la pollution de l'air, en passant par le déploiement de capteurs en milieux urbains. Ces sujets présentés sont autant de pistes de recherche qui pourront être approfondies grâce à la future chambre climatique. De par son architecture et grâce à l'intégration de technologies novatrices, les équipes scientifiques auront à disposition un outil dont les variables climatiques (température, pluviométrie, pollution gazeuse, ensoleillement, humidité) sont paramétrables. Dotés d'un équipement unique, les chercheurs pourront y valider leurs prototypes, pour tendre vers un modèle urbain plus durable.

<http://sense-city.ifsttar.fr/>

 pierre.perrin@ifsttar.fr



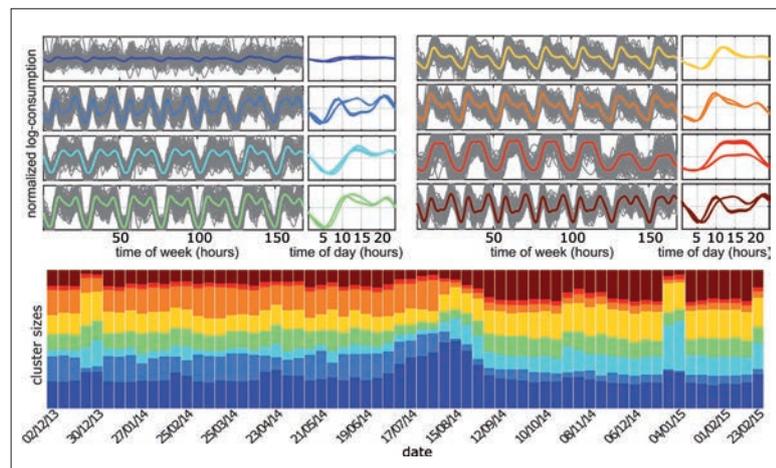
Projet Vedif : analyse de données massives relevées à distance sur les compteurs d'eau pour la gestion intelligente de l'eau potable

Les réseaux d'eau intelligents appelés également *smart water grids* offrent de nos jours la possibilité, à travers les technologies de l'information et de la communication, de gérer de manière optimale, fiable et responsable les ressources en eau potable. Outre leur composante technologique, ces réseaux nécessitent la mise au point de techniques avancées d'analyse des masses de données spatio-temporelles produites afin de surveiller de manière fine l'usage et la qualité de l'eau potable. C'est sur ce volet analytique qu'est intervenu le Grettia dans le projet Vedif auquel a participé également le gestionnaire Veolia Eau d'Île-de-France. La principale problématique abordée a été celle de l'agrégation automatique des séries temporelles de consommation d'eau potable dans le but d'extraire de celles-ci une typologie de profils reflétant les principales habitudes de consommation. Dans cette optique,

un algorithme couplant la classification de données à la modélisation par séries de Fourier a été développé. Cette méthode a permis d'objectiver des profils hebdomadaires de consommation à partir des données issues de *smart meters*

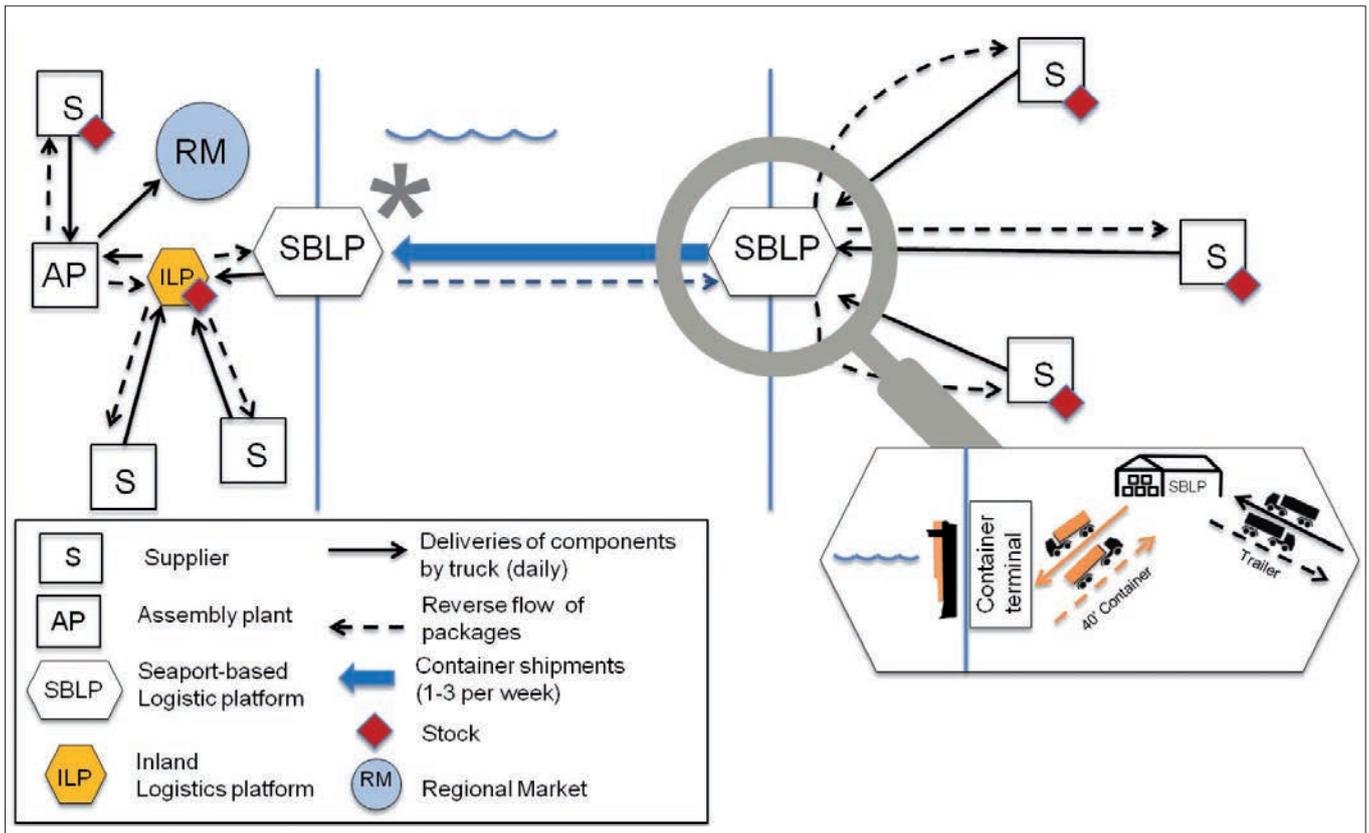
déployés sur le réseau du Syndicat des Eaux d'Île-de-France. Les profils obtenus serviront de référence pour la détection d'anomalies dans l'usage de l'eau potable.

 allou.same@ifsttar.fr



Agrégation automatique des relevés de consommation d'eau en huit clusters hebdomadaires

Le nouveau rôle des ports dans la chaîne d'approvisionnement automobile



Pour accroître rapidement leurs capacités de production de véhicules dans les marchés émergents, les constructeurs automobiles s'appuient fortement sur leurs réseaux de fournisseurs dans les grands marchés historiques d'Europe, des États-Unis et du Japon. Cette nouvelle organisation productive constitue un défi logistique majeur, car elle exige des approvisionnements réguliers de longue distance entre plusieurs milliers de fournisseurs localisés et les usines d'assemblage outre-mer. Ceci a été rendu possible par le développement de réseaux de centres de consolidation. Vers ces dernières convergent les différents flux fournisseurs (par camion), pour être consolidés en conteneurs 40 pieds, qui seront ensuite expédiés par navire, puis par camion vers les différentes usines des constructeurs européens dans les économies émergentes

Dans une industrie automobile en cours de globalisation, les ports à conteneurs jouent un rôle pivot entre des fournisseurs localisés dans les pays développés et des usines d'assemblage dans les économies émergentes. La consolidation des flux de composants y est assurée par les propres constructeurs ou par leurs prestataires logistiques dans des plateformes logistiques (*voir schéma*), où les composants collectés auprès des différents fournisseurs sont consolidés en conteneurs de 40 pieds (~12,1 m). Cette rupture de charge sert souvent au reconditionnement ou à la réalisation de certaines opérations

plus sophistiquées telles que le pré-assemblage de composants ou le chargement de batteries de véhicules hybrides. Pour les ports à conteneurs, l'enjeu est de fidéliser une clientèle régulière dont le volume atteint souvent plusieurs dizaines de milliers d'EVP (unité de mesure de la conteneurisation) par an. Pour les territoires portuaires en reconversion industrielle, le développement de ce type d'opérations logistiques à valeur ajoutée est vu comme une opportunité d'ancrer localement des chaînes d'approvisionnement globales. Les enquêtes de terrain en France et

au Japon réalisées entre mai 2015 et septembre 2016 par l'Ifsttar ont permis de mettre en évidence l'importance croissante de ces centres de consolidation dans les stratégies d'approvisionnement des constructeurs automobiles. Mais le niveau de sophistication des opérations logistiques varie considérablement selon les constructeurs, les régions d'implantation et le sens des approvisionnements. Ainsi les opportunités de création de valeur sont plus nombreuses à l'import qu'à l'export.



david.guerrero@ifsttar.fr

Caractérisation temps-réel et météo-sensible de la vulnérabilité d'un réseau semi-urbain

La quantification des effets de la météorologie sur le trafic routier a connu un regain d'intérêt récemment avec des blocages spectaculaires et médiatisés des infrastructures routières lors de chutes de neige ou d'épisodes pluvieux. La fréquence et la sévérité de tels événements sont susceptibles de s'accroître à cause de changements climatiques.

Les travaux menés sur ce thème ont confirmé un impact notable des conditions météorologiques dégradées sur la qualité de service et sur les comportements des conducteurs. La météorologie dégradée comme la pluie, la neige, le vent ou le manque

de visibilité impactent la qualité de l'écoulement du trafic (e.g. vitesse ou les temps inter-véhiculaires) créant des situations de sur-risques.

Cependant les études passées se basent trop souvent sur des analyses statistiques tirées de données de trafic et météorologiques trop grossières. Les nouvelles technologies de communication (GPS, *Bluetooth*, GSM...) constituent de nouvelles sources d'information, fournissant en temps réel une grande quantité de données plus riches. Des analyses plus fines sont rendues possibles. Ces grands volumes de données et leur pas de temps resserré (contexte *big data*)



Impact de la météorologie dégradée sur la vulnérabilité des réseaux routiers

permettent alors la mise en œuvre de méthodes d'apprentissage automatique visant aussi bien à la caractérisation qu'à la prévision des conditions de circulation et leurs variabilités à l'échelle de tout un réseau.

 nour-eddin.elfauzi@ifsttar.fr

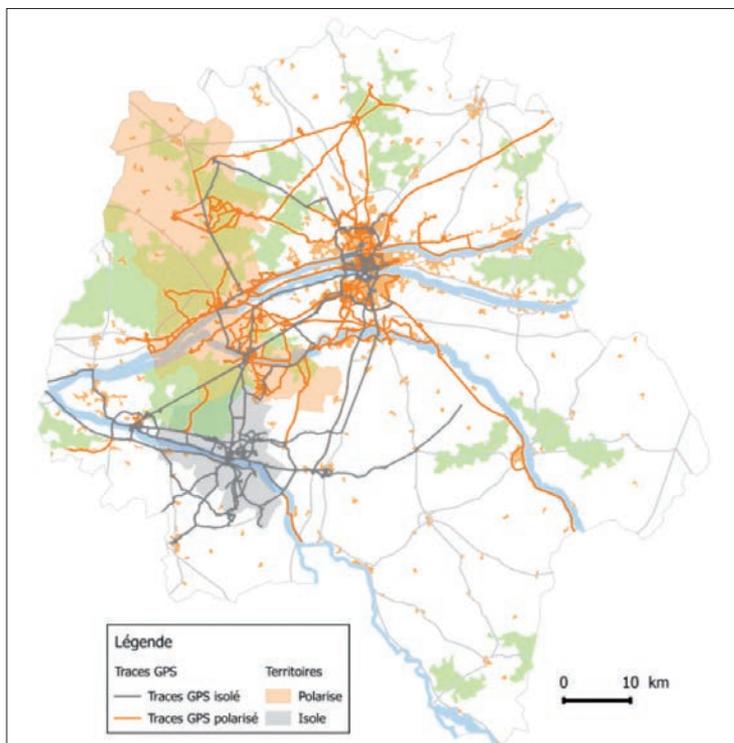
Mobilité et dynamique des territoires ruraux (Mobiter)

Financé par le Predit, Mobiter est un projet de recherche conduit par le LVMT et le laboratoire Citeres (Université de Tours) de 2013 à 2015 visant à analyser

les pratiques de mobilité en milieu rural (isolé ou polarisé par une aire urbaine), et à en tirer des enseignements en direction des politiques d'aménagement

du territoire et d'organisation de la mobilité. Sur le plan méthodologique un protocole de suivi de ménages par GPS a été utilisé, des entretiens ont été menés parallèlement afin d'explicitier les logiques sous-jacentes à l'organisation spatiale et temporelle des déplacements, notamment ceux de courte portée.

Les résultats suggèrent qu'un certain nombre d'actions pourraient permettre d'une part de pérenniser et même renforcer l'ancrage des activités quotidiennes dans le local, et d'autre part de développer le recours aux modes doux, favoriser des usages plus partagés de la voiture voire encourager certains ménages à abandonner leur deuxième voiture. Ces actions concernent autant l'aménagement des territoires ruraux, en particulier l'organisation spatiale et fonctionnelle des commerces et services du quotidien, que les politiques visant directement les pratiques de mobilité, aux échelles locale et plus large, ce qui nécessite de nouvelles modalités de coordination des acteurs publics et privés, et leurs périmètres d'intervention.



Géographie des traces des 57 volontaires au suivi GPS

 anne.aguilera@ifsttar.fr

L'observation de la logistique en France et dans le monde



Faisant suite aux conclusions de la conférence nationale logistique de 2015, et dans la perspective de la mise en œuvre de la stratégie France Logistique 2025, le laboratoire Splott de l'Ifsttar a organisé le 24 mai 2016 un séminaire sur l'observation de la logistique. L'importance de la logistique pour le développement tient non seulement à sa contribution au PIB, mais également à son rôle dans le fonctionnement d'ensemble des circuits économiques. Par ailleurs, l'implantation des activités logistiques obéit à des logiques économiques et techniques et aboutit à une polarisation des installations à la périphérie des grandes agglomérations, qui pose des questions d'aménagement des territoires. La logistique est enfin une branche de l'économie, avec une structuration particulière, et on constate,

d'une part, la croissance de quelques grands commissionnaires basés en France et qui se déploient à l'échelle internationale; d'autre part, la perte du marché international par les petites entreprises de transport routier de marchandises sous pavillon français. Ces nombreux enjeux nécessitent des données pour construire les choix stratégiques. L'objectif du séminaire était donc de mettre en réseau les acteurs, publics et privés, producteurs et utilisateurs d'informations sur cette question, pour échanger sur les besoins de données et d'indicateurs sur la logistique, les moyens de les collecter et les enjeux d'analyse. Il s'agissait également de présenter des expériences étrangères d'observatoires de la logistique.



corinne.blanquart@ifsttar.fr



Thèses

COSYS-LISIS HEECHUL WOO

Un capteur de gaz sélectif et bas coût par l'emploi de graphène fonctionnalisé

GERS-EE STÉPHANE BATANY

Influence d'un macropore sur l'écoulement et le transport de solutés en milieu poreux : expérimentations sur sol modèle macropore et simulations numériques

COSYS-LISIS LAURA PINSON

Analyse et représentation des épisodes caniculaires en zones urbaines denses - De la durée à la conception d'un indice de dangerosité

AME-EASE / MAST-NAVIER YAAROB AUDI

Développement d'une méthodologie d'évaluation au sens du développement durable des aménagements souterrains

COSYS-LICIT PIERRE-ANTOINE LAHAROTTE

Contributions à la prévision court terme, multi-échelle et multi-variée, par apprentissage statistique du trafic routier

AME-LVMT LIU LIU

Corridors urbains et *Transit Oriented Development*: Enseignements d'une modélisation intégrée des transports et de l'usage du sol appliquée à la métropole lilloise

AME-LVMT / AME-DEST CYRIL PIVANO

Désagrégation spatiale des données de mobilité du recensement de la population appliquée à l'Île-de-France

AME-LVMT BENOIT CONTI

La mobilité pendulaire interurbaine en France face aux enjeux du changement climatique: caractérisation socio-économique, analyse spatiale et potentiels de report modal

AME-SPLOTT MARION MAGNAN

La production et la gestion de l'espace portuaire à vocation industrielle et logistique - Les grands ports maritimes français: gestionnaires d'espaces infrastructurels

AME-LPC PETER RICHARD

Impact de la participation des usagers au processus de co-conception créative de solutions de mobilité

AME-LVMT RICHARD ZELEZNY

Influence des systèmes de transport en commun sur la structure urbaine de la ville

MAST-NAVIER BACHAR KABALAN

Dynamique des foules: modélisation du mouvement des piétons et forces associées engendrées



HDR

COSYS-LISIS BÉRENGÈRE LEBENTAL

Nanocapteurs pour la ville durable, des fondamentaux aux déploiements, Université Paris Sud, 19 octobre 2016

EXPERTISES

Éclairage urbain : évaluer le confort visuel de lanternes à LED

Dans le cadre de la transition énergétique, l'éclairage LED s'impose progressivement. Toutefois, il est nécessaire de maîtriser les nuisances qui lui sont associées, et en particulier l'éblouissement. Dans ce contexte, une expertise du confort visuel des piétons sous différentes lanternes à LED pour l'éclairage urbain a été réalisée pour la société Thorn Lighting. Des jugements subjectifs auprès de panels d'observateurs et des mesures photométriques ont été collectés lors de deux expériences sur piste dans la ville des Andelys (27). Outre le développement d'un protocole pour la comparaison des lanternes selon leur niveau d'inconfort, pour répondre à la commande, ce projet a permis d'étudier le lien entre la photométrie de la scène

visuelle et l'éblouissement d'inconfort des piétons, et de tester la pertinence des modèles existants dans la littérature. Ce *benchmark* a révélé certaines limites. En particulier, ces modèles ont été développés dans des conditions idéales en laboratoire et pour des applications précises (notamment pour les automobilistes). Or, cette étude a montré qu'ils surestiment globalement le niveau d'inconfort moyen des piétons. De plus, il a été mis en évidence des difficultés pour estimer les variables des modèles à partir de mesures photométriques réalisées dans une scène réelle. Cette étude a donc ouvert des perspectives de recherches intéressantes pour améliorer la prédiction de l'éblouissement d'inconfort, notamment des piétons en éclairage urbain.



Observateurs pendant l'expérience sur piste



celine.villa@ifstar.fr

Terre Armée – SNCF : observation du comportement dynamique de l'ouvrage en Terre Armée de grande hauteur sur la LGV SEA au PK 106+428, SDM 1064

Dans le contexte général des aménagements géotechniques, la société Terre Armée International a souhaité renforcer son positionnement stratégique en développant une offre pour l'aménagement des réseaux ferrés. Afin de confirmer le bon comportement

de ce type d'ouvrage au passage des trains à grande vitesse, un soutènement majeur de la ligne LGV SEA construit selon le procédé Terre Armée a été instrumenté par le laboratoire RRO pour réaliser des mesures en dynamique lors des passages de trains sur l'ouvrage,

pendant la phase de tests de ligne avec montée en vitesse progressive des trains jusqu'à 352 km/h. Il s'agit du Saut de Mouton SDM 1064 à proximité du raccordement de Fontaine-le-Comte. L'ouvrage est un mur vertical en sol renforcé haut de 14 m dont le parement est composé d'écailles en béton armé. Des bandes métalliques raccordées à ces écailles sont placées à différentes hauteurs, au niveau des passes successives de construction du remblai renforcé. Différentes séries de mesures en dynamique rapide ont été réalisées lors du passage des trains. L'instrumentation comportait plus de 40 voies de mesures : accéléromètres placés dans le corps du remblai, jauges de contraintes sur les armatures à différentes distances du parement et des accéléromètres en surface des écailles en béton armé du parement.

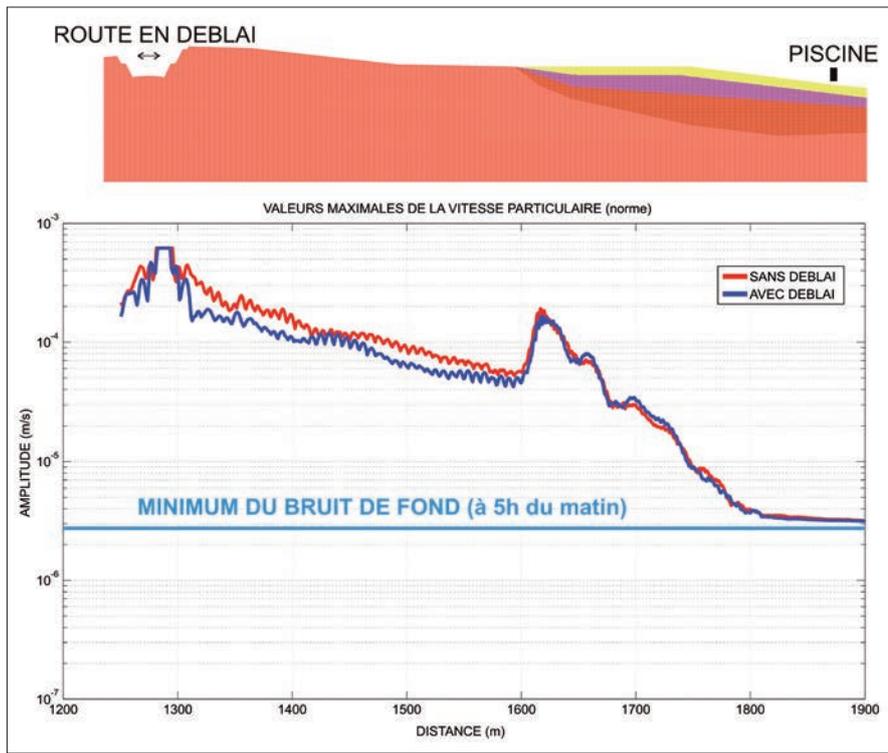


Connexion de l'instrumentation du massif de sol renforcé (procédé Terre Armée) pour observer son comportement en dynamique rapide lors du passage des TGV



patrick.joffrin@ifstar.fr

Expertise sur les niveaux de vibration attendus autour du contournement de Rouen



Valeurs de pic en vitesse particulaire le long du profil T obtenues par modélisation aux DF par FLAC. Du haut vers le bas, le domaine considéré, les valeurs de pic pour la composante horizontale, verticale et la norme de la vitesse particulaire, en supposant la future voie routière sans déblai (en rouge) et en déblai (en bleu); le minimum du bruit de fond du site est également reporté (en cyan)

Cette étude a été commandée par la Dreal Normandie et vise l'estimation *a priori* des niveaux de vibration attendus à proximité du futur contournement autoroutier de Rouen. Suite à des investigations géophysiques et géotechniques approfondies du site, un modèle numérique a permis d'analyser la propagation de vibrations typiques du trafic attendu *in fine*. Les valeurs de vitesse particulaire estimées le long du profil T sont données sur la figure ci-dessus : les normes de vitesse près de la voie sont de l'ordre de 10-3 m/s et environ 3.10-6 m/s à proximité du

bassin d'essais des carènes. Les sols de remplissage atténuent donc fortement les vibrations même si les amortissements sont de l'ordre de 3 % seulement. L'amortissement pour le rocher est d'environ 0,5 % et il prédomine sur ce profil. On note également un très fort effet topographique en bord de couche. En conclusion de l'étude, le niveau de vibration obtenu est très faible car il est de l'ordre de grandeur du bruit de fond.



luca.lenti@ifsttar.fr
celine.bourdeau@ifsttar.fr

Évaluation du déploiement du GSM-R dans le tunnel sous la Manche

Dans le tunnel sous la Manche, partie de la liaison PBKAL – Paris, Bruxelles, Cologne, Amsterdam et Londres –, exploité par Eurotunnel dans le cadre d'une concession binationale entre la France et le Royaume-Uni, le remplacement de la radio sol train et de la radio concession par le système de communication mobile numérique GSM-R a été mis en œuvre. Le déploiement d'un tel système doit être évalué/homologué par une entité indépendante, suivant la législation et les normes en vigueur pour que le demandeur (Eurotunnel) puisse obtenir l'autorisation de mise en exploitation, auprès de l'autorité nationale compétente (la CIG – Commission inter gouvernementale dans le cas présent) avant d'être utilisé sur une ligne ferroviaire d'un pays. À cet effet, un appel à projets a été lancé par Eurotunnel et remporté par l'organisme notifié de certification Certifer. Ce dernier s'est appuyé, sur

les compétences des chercheurs du laboratoire Cosys-Léost de l'Ifsttar, agissant en qualité d'experts indépendants pour mener ces travaux d'évaluation en suivant les procédures de Certifer. Pour ce faire, un plan d'évaluation détaillé a été défini, en début de mission, précisant entre autres, le périmètre de l'évaluation et le référentiel utilisé. Au cours du processus, des réunions Eurotunnel/Certifer ont été organisées, en présentiel ou en audioconférence, pour le suivi des étapes de conception, d'intégration, d'essais et de tests. Les différents documents de conception fournis par Eurotunnel ont été analysés par le Léost, ainsi que les rapports d'essais effectués sur sites. Les conclusions et résultats ont fait l'objet de rapports confidentiels remis à Eurotunnel.



charles.tatkeu@ifsttar.fr

Tunnel de service équipé de système GSM-P/R
pour les services de secours et les agents de maintenance



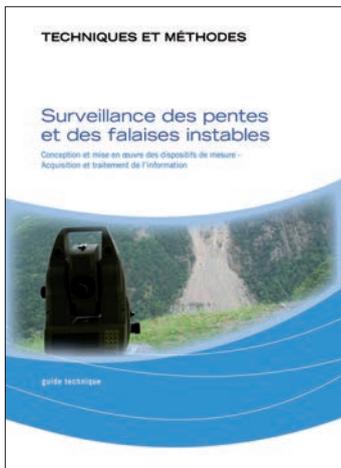
POLITIQUE ÉDITORIALE

Ouvrir la science à la société

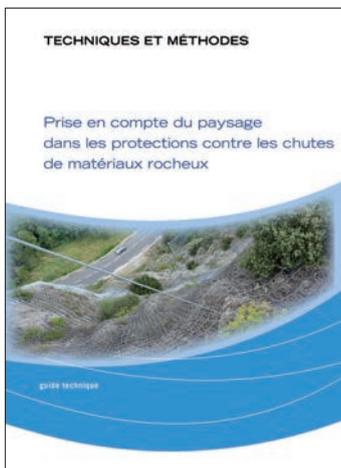
Diffuser et partager les savoirs

L'Ifsttar poursuit sa politique éditoriale volontariste en faveur du libre accès. L'ensemble des ouvrages publiés en 2016 dans les collections de l'Ifsttar sont diffusés gratuitement sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0) sur le site de la librairie numérique.

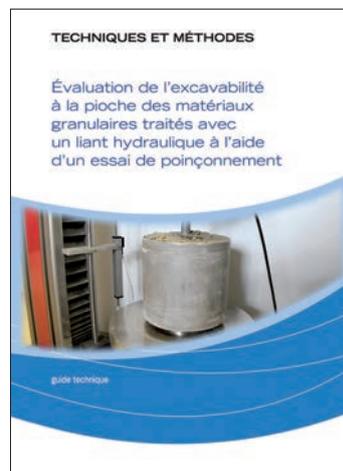
- Ifsttar et Cerema, *Surveillance des pentes et des falaises instables, Conception et mise en œuvre des dispositifs de mesure - Acquisition et traitement de l'information*. Collection techniques et méthodes de l'Ifsttar, GT11, 172 pages.



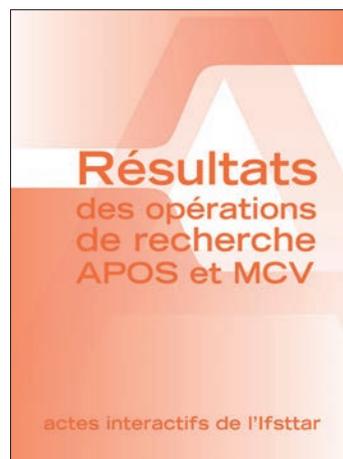
- Ifsttar et Cerema, *Prise en compte du paysage dans les protections contre les chutes de matériaux rocheux*. Collection techniques et méthodes de l'Ifsttar, GT12, 196 pages.



- Ifsttar et Engie, *Évaluation de l'excavabilité à la pioche des matériaux granulaires traités avec un liant hydraulique à l'aide d'un essai de poinçonnement*. Collection techniques et méthodes de l'Ifsttar, GT13, 36 pages.



- Ifsttar et Cerema, *Résultats des opérations de recherche APOS et MCV* [En ligne]. Collection actes interactifs de l'Ifsttar, A111.



L'Ifsttar poursuit également son engagement d'ouverture aux internautes de son fond patrimonial d'ouvrages : 19 ouvrages supplémentaires, parus en 2010, ont rejoint les 599 déjà accessibles en libre accès. En 2016, 1500 internautes ont visité la librairie numérique de l'Ifsttar, 70% en provenance de la France et 30% de pays francophones parmi lesquels le Maroc, l'Algérie, le Canada ou le Sénégal. Plus de 1000 ouvrages ont été téléchargés gratuitement depuis le site de la librairie. La diffusion des ouvrages de l'Ifsttar se fait actuellement pour moitié au format numérique et pour moitié sous forme d'ouvrages brochés.

Suite à la signature de la loi pour une République numérique et à l'évolution des enjeux concernant les données de recherche, des travaux de mise en place d'une politique maîtrisée de gestion et d'ouverture des données de la recherche, garante de la protection de données sensibles, ont débuté.

L'espace web science et société, avec 4000 visiteurs annuels, est un vecteur essentiel de diffusion des travaux de recherche de l'Institut vers le grand public. Afin que cette vitrine soit accessible par le plus grand nombre d'internautes, plusieurs chantiers ont été lancés :

- Pour une visibilité internationale, l'ensemble des dossiers thématiques ont été traduits en langue anglaise ;
- Dans une logique d'ouverture à la société, la licence Creative Commons (CC BY-SA 3.0) a été attribuée à ces mêmes dossiers afin qu'ils puissent être partagés librement et réutilisés selon certaines conditions ;
- Pour toucher un plus large public, de nouveaux contenus multimédia ont également été associés.

Valoriser la recherche à travers l'image

L'Ifsttar offre la possibilité à ses chercheurs et doctorants de valoriser leurs activités par des reportages photographiques et des réalisations audiovisuelles. En 2016, 18 vidéos ont ainsi été réalisées. Cette production est accessible sur la photothèque-vidéothèque Pictolab, avec une collection de 109 vidéos disponibles en streaming. Depuis 2015, la chaîne Youtube « Ifsttar vidéos » assure également la diffusion de ces réalisations avec à ce jour 91 abonnés et 13 905 vues, touchant un public majoritairement jeune et francophone. Faire découvrir aux internautes la diversité des métiers de la recherche à l'Ifsttar, tel a été l'objectif des Focus Métiers, série vidéo réalisée par l'Ifsttar. De 2015 à 2016, 18 chercheurs, doctorants, ingénieurs de recherche, techniciens de laboratoire se sont prêtés au jeu et ont présenté, devant la caméra, leur parcours professionnel et leur métier à l'Ifsttar.

Créer des lieux d'échanges dans les territoires



En 2016, les rencontres scientifiques nationales de Bron (RNSB) « Ville durable, sociale et citoyenne » ont fêté leurs 4 ans d'existence. L'Ifsttar et la Ville de Bron en partenariat avec l'ENTPE,

l'Aperau* et l'université de Lyon proposent aux citoyens de Bron de rencontrer des chercheurs, d'échanger avec eux et de s'approprier un sujet de société.

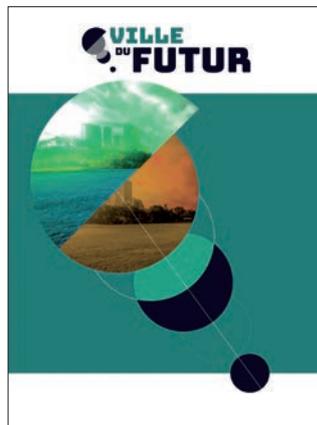
Les RNSB s'organisent autour de 3 axes majeurs :

- une université des savoirs avec un cycle annuel de 5 conférences en soirée et l'intervention d'un ou deux chercheurs ;
- des ateliers-citoyens se déroulant sur une année et permettant à des jeunes, des adultes ou des seniors de découvrir et décortiquer une question scientifique ;
- une journée-débat grand public qui permet une fois par an de restituer aux habitants de Bron les productions des ateliers citoyens.

À l'heure de s'engager dans un nouveau cycle pluriannuel, un bilan s'imposait. Dans cet objectif, une journée nationale d'échanges « Partager la science au service de la ville » s'est tenue le 29 novembre 2016 et a rassemblé des chercheurs, des enseignants, des acteurs de la médiation et des citoyens impliqués dans des actions Science et société afin de réfléchir aux clés d'un meilleur partage des savoirs scientifiques. En Île-de-France, l'Ifsttar s'est associé à 3 opérateurs culturels, l'établissement public d'action régionale pour la création artistique et la diffusion en Île-de-France (ARCADI), l'Observatoire du livre et de l'écrit (Le MOTif) et la Maison de

la Poésie de la Mairie de Paris ainsi qu'à l'École d'urbanisme de Paris, au Laboratoire d'excellence Futurs Urbains et à l'Université Paris-Est pour construire un projet original de culture scientifique. Le projet, intitulé « Ville du futur », inclut :

- des conférences-débats croisant sur un même sujet les regards de scientifiques, d'artistes et d'auteurs ;
- un laboratoire d'idées prospectif qui permettra à des responsables de lieux de diffusion culturelle, des chercheurs, des artistes et des auteurs de réfléchir sur le lieu culturel de demain ;
- le prototypage d'un lieu forum et scène culturelle situé sur le campus « Ville durable » de Marne-la-Vallée, en lien avec l'Université Paris-Est.



Le 8 décembre 2016, le théâtre à l'italienne de la Maison de la Poésie était comble pour l'accueil de la conférence-débat inaugurale « Cartographie sensible : représenter la ville autrement ». 3 prochains rendez-vous sont déjà programmés en 2017 pour poursuivre cet échange autour des cartes.

* Association pour la promotion de l'enseignement et de la recherche en aménagement et urbanisme

L'Ifsttar a réaffirmé, le 9 décembre 2016, son engagement dans l'ouverture de la science à la société, en cosignant avec l'Anses, le BRGM, l'Ineris, l'IRSN, l'Irstea et Santé publique France, la Charte de l'Ouverture à la société des organismes publics de recherche, d'expertise et d'évaluation des risques sanitaires et environnementaux.

En adoptant cette charte, les signataires s'engagent à poursuivre l'ouverture et la transparence de leurs processus de recherche, d'expertise et/ou d'évaluation des risques, à améliorer le partage des connaissances scientifiques disponibles et des incertitudes qui les entourent, et à mieux prendre en compte la contribution des acteurs de la société dans les processus de recherche et/ou d'évaluation des risques.



Photo des Directeurs généraux des établissements ayant signé la charte : Jean-Marc Bourignat, DG de l'Irstea ; Roget Genet, DG de l'Anses ; Jean-Christophe Niel, DG de l'IRSN ; Hélène Jacquot-Guimbal, DG de l'Ifsttar ; Pierre Toulheat, DG du BRGM ; Raymond Cointe, DG de l'Ineris ; Martial Mettendorff, DG adjoint de Santé publique France





LA VALORISATION DE LA RECHERCHE, LES RELATIONS INDUSTRIELLES

Au service de la société, l'Ifsttar a pour préoccupation permanente la valorisation économique de ses travaux de recherche et de son patrimoine considérable et souvent exceptionnel d'équipements scientifiques.

Imaginer, créer, trouver à chaque étape les meilleurs partenaires pour développer et mettre en œuvre des solutions nouvelles est une condition indispensable de réussite. Passer d'une idée de recherche à ses résultats, les transformer, les rapprocher d'autres résultats pour constituer les briques qui, ensemble réunies, permettront de bâtir des solutions technologiques innovantes, économiquement viables, ou d'offrir des services nouveaux, est un processus long et difficile.

Accompagner cette réflexion et les chercheurs dans leurs démarches, en diffusant une culture entrepreneuriale et d'innovation est un enjeu majeur pour l'Institut, au cœur des missions des équipes d'aide au montage de partenariats et de valorisation.

Les équipements scientifiques, qu'il s'agisse d'équipements lourds, de sites d'expérimentation, ou de bases de données ou logiciels, doivent répondre aux besoins du monde économique et industriel et aux attentes des citoyens afin d'étudier, tester, évaluer, et *in fine* valider et optimiser les solutions qui, demain, seront mises en œuvre sur site. À l'heure de la transition numérique, ils sont également autant de sources de données indispensables aussi bien à la conception de modèles et de simulateurs informatiques innovants qu'à leur validation.

En matière de valorisation, l'année 2016 est tout particulièrement marquée par :

- la signature de trois nouveaux contrats-cadres avec l'Andra, l'IRSN et tout récemment avec Eiffage ;
- le démarrage effectif d'un plan PME avec la première édition d'Innov'Days en mai 2016 : Villes & transports en interactions, qui a réuni une dizaine de PME ;
- la rédaction d'une charte de bonnes pratiques relative aux partenariats entre l'Ifsttar et les jeunes entreprises innovantes ;
- la rédaction d'un guide, à l'usage des chercheurs, à l'appui de la politique d'investissement scientifique de l'institut.

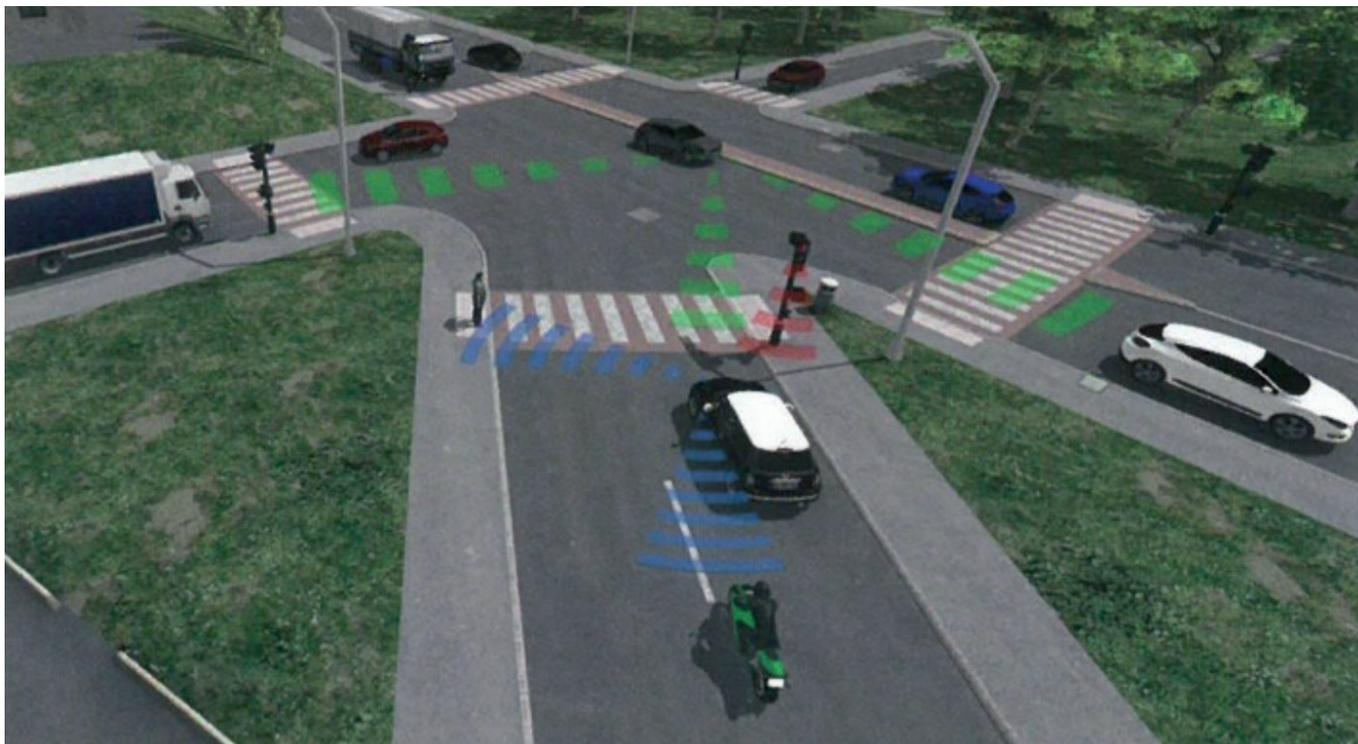


Brigitte Mahut
Directrice des partenariats
et des moyens



brigitte.mahut@ifsttar.fr

CIVITEC réalise ses premières ventes en Asie et en Amérique du Nord



GRÂCE À LA FILIALE CIVITEC COMMUNE À ESI ET À L'IFSTTAR SPÉCIALISÉE DANS LA QUALIFICATION DES SYSTÈMES DE PERCEPTION EMBARQUÉE PAR SIMULATION, LE GROUPE FRANÇAIS ESI, LEADER MONDIAL DU PROTOTYPAGE VIRTUEL, APPLIQUE DÉSORMAIS SON SAVOIR-FAIRE AU DOMAINE DES VÉHICULES AUTONOMES ET CONNECTÉS. LA SOLUTION PRO-SIVIC® DÉVELOPPÉE PAR CIVITEC PERMET DE TESTER LES CAPTEURS DE CES VÉHICULES DANS UN UNIVERS 3D ULTRA-RÉALISTE.

Les solutions d'ESI aident ses clients à s'assurer que leurs produits passeront les tests de pré-certification – et ce, en limitant drastiquement le nombre de prototypes réels. Couplé à la réalité virtuelle, le prototypage virtuel devient immersif et interactif. Associée au nouveau savoir-faire développé au sein de la société Civitec issue du laboratoire Livic de l'Ifsttar, la technologie permet dorénavant d'évaluer les systèmes embarqués d'aide à la perception de la phase de conception jusqu'au test de performance final.

UNE EXPERTISE UNIQUE

« Grâce au produit Pro-SiVIC, il est possible de concevoir, intégrer et valider les systèmes d'aide à la conduite (ADAS) et de passer en revue la chaîne de décision en toute sécurité » explique Serge Laverdure, Directeur des systèmes et contrôles virtuels et Directeur de la branche véhicule autonome, créée début 2016 chez ESI Group. Virtuellement, les paramètres extérieurs tels que les conditions d'éclairage, les conditions climatiques, et les autres usagers de la route sont représentés avec précision. Pro-SiVIC est donc utilisé pour bâtir des scénarios réalistes en 3D et les expérimenter de façon interactive en temps réel. « Alors que les constructeurs doivent en principe parcourir des centaines de millions de km, certains parlant même de milliards, on peut ainsi économiser des prototypes physiques et modéliser les tests » souligne cet ingénieur. La mise en œuvre de modules de ce type est éminemment complexe, car elle nécessite la modélisation en 3D de conditions environnementales ultra-réalistes, ainsi que leur transcription numérique à l'aide d'une simulation

par capteurs, le tout dans une interface optimisée capable d'améliorer la perception des opérateurs, tels que le conducteur.

DES ACTIVITÉS ONT DÉMARRÉ AUX ÉTATS-UNIS

Ce savoir-faire a valu à ESI Group d'être retenu parmi les lauréats du programme « *Ubimobility Connected Cars* » mené par Bpifrance, en partenariat avec Business France. Ce programme permet depuis 2015 à 8 entreprises innovantes de l'industrie automobile française de rencontrer les acteurs clés de l'automobile connectée, du véhicule autonome et du transport intelligent aux États-Unis. ESI a fait partie des sociétés sélectionnées en 2016 pour un *road-show* entre Detroit et San Francisco. « *Ce programme a été porteur, car il nous a permis de démarrer des activités américaines sur le véhicule autonome* » indique Serge Laverdure.

DES VENTES EN EUROPE ET EN ASIE

« *Nous sommes considérés avec cette technologie Pro-SiViC comme parmi les meilleurs au monde pour la simulation de capteurs, et nous préparons avec l'Ifsttar la prochaine génération. Nous poursuivons notre implication dans les projets collaboratifs européens pour sensibiliser les constructeurs à cette nouvelle technologie* » ajoute-t-il.

ET DEMAIN ? LA SIMULATION : UNE RÉPONSE AUX TESTS EURO NCAP ?

Le concept de sécurité active a été progressivement intégré aux essais de certification Euro NCAP. ESI Group

estime que, logiquement, la demande des constructeurs pour ces solutions Pro-SiViC devrait s'accroître fortement, en raison de la généralisation des technologies et de la connectivité à bord des véhicules.

Pour les acteurs du transport, l'enjeu est très important car, pour satisfaire aux normes dites de sécurité active, le coût d'une campagne de développement d'un produit, sans capteurs ni outils de prototypage virtuel, peut atteindre 10 à 30 millions d'euros par an. Ce chiffre s'explique par les multiples itérations intervenant dans le cadre de la qualification du véhicule, nécessaires pour intégrer le nombre illimité d'environnements possibles.

La simulation permet aussi de réduire les délais. « *Si dans l'aéronautique, qui a été le pionnier de l'automatisation, on peut se permettre un délai de plusieurs années pour certifier un avion, le délai est extrêmement court pour un véhicule* » complète notre expert.

L'équipe Civitec et ESI Group en charge de ces solutions peut donc aider les industriels à surmonter ces problèmes par un accompagnement lors de la phase de conception optimale et l'évaluation des configurations validées très tôt par ces tests virtuels.

Pour plus d'information, consultez :

www.civitec.com



serge.laverdure@esi-group.com
dominique.fernier@ifsttar.fr

TRANSPOLIS engage les premières expérimentations sur la ville laboratoire dédiée à la mobilité urbaine et commercialise avec succès la technologie APTS® développée par le LBMC

CRÉÉE EN 2011, TRANSPOLIS CONSTRUIT ET ÉQUIPE UN TERRAIN D'EXPÉRIMENTATION FAVORISANT LE DÉVELOPPEMENT ET LA RÉALISATION DES PROGRAMMES D'ESSAIS, DANS DES CONDITIONS MAÎTRISÉES ET PROCHES DU RÉEL, PERMETTANT D'ÉVALUER ET METTRE AU POINT LES TECHNOLOGIES ENGAGÉES DANS LA CRÉATION DES SYSTÈMES DE TRANSPORTS URBAINS DE DEMAIN TELS QU'AUTONOMES ET CONNECTÉS AUX INFRASTRUCTURES.

Véritable plateforme novatrice, Transpolis SAS a donné rendez-vous dès 2016 à toutes les parties prenantes de la mobilité (associations, industriels, chercheurs, collectivités, usagers, formateurs, administration publique) pour exploiter et améliorer sa première maquette – échelle 1 – de centre-ville dénommée « City Lab ». L'objectif visait aussi à valider les options à retenir pour le nouveau site des Fromentaux en construction.

En 2016, Transpolis a ainsi proposé à ses premiers clients du transport massifié de marchandises et aux navettes autonomes de procéder aux essais de mise au point dans des situations physiques proches du réel tout en étant dans un environnement contrôlé et sécurisé. Les équipements déployés comprennent : feux de circulation, ronds-points, aires de parking ainsi qu'une famille de technologies de connexion entre véhicules et infrastructures.

Plusieurs expérimentations de véhicules électriques, véhicules connectés – en dialogue synchronisé avec une dizaine de feux de signalisation – ont permis de démontrer le bon fonctionnement de protocoles destinés à optimiser la fluidité du trafic, réduire la consommation des véhicules industriels et diminuer leurs émissions d'échappement.



Transpolis a également largement développé les ventes de « capteurs abdomen » en 2016. Transpolis exploite la technologie APTS – *Abdomen Pressure Twin Sensors* – développée et brevetée par le laboratoire LBMC de l'Ifsttar.

Ces capteurs APTS ont été développés pour équiper la série de mannequins « Q-Dummies » représentant les enfants âgés de 1 à 10 ans. Les capteurs sont implantés verticalement par paire dans l'abdomen du mannequin. Ils permettent, lors des essais de chocs effectués sur les systèmes de retenue pour enfant, de mesurer la pression subie au niveau de l'abdomen par le mannequin afin d'évaluer le risque et la sévérité des lésions abdominales.

Cette technologie a été retenue pour évaluer la conformité aux exigences de la nouvelle réglementation ECE R129 (appelée à remplacer la précédente ECE R44/04). Des sociétés comme Dorel Juvenile et des organisations comme l'ADAC utilisent déjà ces capteurs.

Trois modèles constituent la gamme :

- APTS30 : capteurs de diamètre 30 mm pour l'abdomen du mannequin Q1/1.5 ;
- APTS40 : capteurs de diamètre 40 mm pour les abdomens des mannequins Q3 et Q6 ;
- APTS50 : capteurs de diamètre 50 mm pour l'abdomen du mannequin Q10.

Pour plus d'information, consultez : www.transpolis.fr



philippe.beillas@ifsttar.fr
dominique.fernier@transpolis.fr

Le chercheur Philippe Beillas du laboratoire LBMC rappelle que la lésion de l'abdomen chez les jeunes enfants à l'issue d'un accident de voiture s'est avérée dans les années 1990 comme étant une importante cause de mortalité.

Le mannequin de choc permettant de tester l'efficacité d'un siège auto a été modifié (2006 – 2008) afin d'y intégrer un capteur d'abdomen (mesure de pression représentative du choc perçu) conçu et initialement fabriqué par l'Ifsttar. Ce capteur abdomen a rendu possible l'évaluation du risque lésionnel encouru lors d'un choc subi par un enfant protégé par son siège auto. Ce risque évolue en fonction de la conception des sièges. Cette possibilité a été intégrée par la nouvelle réglementation fin 2016 grâce au travail de recherche et à une politique de persuasion permettant de démontrer l'importance de la mesure apportée par ce capteur.

Ce projet démarré il y a plus de 10 ans aura vu le dépôt de 2 brevets, la réalisation d'un projet Européen (Casper), d'un FUI (IDForCar) avec des fabricants de siège, et la mise en place d'un accord de partenariat avec le fabricant et distributeur de capteurs (Transpolis, filiale de l'Ifsttar).



CITIOLOG, société Spin-off de l'Ifsttar



Recueil de données trafic



Gestion des intersections



Gestion vidéo

CRÉÉE EN 1997, CITIOLOG, S'EST DÉVELOPPÉE POUR ASSURER UNE PRÉSENCE À L'INTERNATIONAL ET UN CHIFFRE D'AFFAIRES DE PLUS DE 5,5 M€ EN 2015. EN 2016, CITIOLOG RENFORCE SES CAPACITÉS DE DÉVELOPPEMENT EN REJOIGNANT LE GIRON DE SON PARTENAIRE SUÉDOIS, FOURNISSEUR DE CAMÉRAS IP.

Société spin-off de l'Ifsttar en 1997 spécialisée dans la détection automatisée des incidents de la route par traitement d'images, Citilog est devenue rapidement la référence du marché mondial de la vidéosurveillance intelligente des tunnels pour la détection d'incidents (DAI) avec une part de marché de 80 %.

Aujourd'hui, Citilog conçoit et propose des solutions de transports intelligents qui permettent à des millions de conducteurs à travers le monde de voyager en sécurité et plus efficacement.

Les systèmes Citilog sont déployés dans de nombreux sites connus à travers le monde : les tunnels Lincoln et Holland de New York, les ponts de Lupu, NanPu et Yanpu à Shanghai, l'autoroute M30 de Madrid, le tunnel du Mont-Blanc en France et en Italie et sur plus de 900 autres lieux. Citilog est basé à Paris, France avec des bureaux aux États-Unis, Hong-Kong et en Espagne.

Leurs produits sont utilisés à travers le monde pour surveiller les autoroutes, tunnels, ponts et autres infrastructures, ainsi que dans les villes pour l'optimisation du trafic urbain. Leurs produits améliorent la sécurité des routes en réduisant les risques liés au trafic et permettent de réduire les temps de trajet. Pour chaque type d'incident et en

cas de saturation du trafic, des alarmes sont générées afin d'aider les opérateurs à optimiser leur réponse en temps réel. Les vidéos sont enregistrées et peuvent être analysées *a posteriori* pour vérifier ce qui s'est produit et mesurer la performance en matière de sécurité.

Le 31 janvier 2016, la société suédoise Axis Communications, leader mondial de la vidéo sur IP, a annoncé le rachat de la société Citilog, fournisseur de solutions intelligentes de gestion de trafic en temps réel. Par l'acquisition de cette technologie de pointe et de l'équipe expérimentée de Citilog, Axis a renforcé l'offre commune de solutions pour les transports et étend son expertise au marché, en pleine expansion, de l'analyse vidéo dédiée au trafic.

Axis apporte un effectif important de plus de 2 000 employés présents dans plus de 40 pays et collabore avec un réseau de plus de 75 000 partenaires dans 179 pays. Fondée en 1984, Axis est une société suédoise cotée au Nasdaq de Stockholm sous le titre Axis.

Pour plus d'information, consultez : www.citilog.com



dominique.fernier@ifsttar.fr

CONTRATS

Le développement des relations avec le monde socio-économique est gravé dans les objectifs de l'institut

Pour son 3^e anniversaire, la jeune équipe AMP « Appui au montage de projets », poursuit sa phase de maturation au sein de l'établissement.

L'année 2016 a été marquée par la mise en place du déploiement des contrats-cadres; une charte permettant de définir les règles d'un contrat-cadre a été établie et un outil de suivi a été mis en place. Début 2017, trois nouveaux contrats-cadres ont été signés (Andra, Eiffage, IRSN) portant ainsi à 12, le nombre de contrats-cadres conclus avec des grands groupes, ce qui marque une augmentation de près de 25 % par rapport à l'année précédente. Ces contrats-cadres apportent fidélisation et rapidité de contractualisation. Ils sont une des raisons qui permettent à l'Ifsttar de maintenir voire d'augmenter son niveau de ressources propres à près de 13 M€ d'activités, représentant annuellement 157 conventions. Sur la période 2013-2016, on a pu constater ainsi une augmentation de 13 % en volume des ressources propres de l'institut.

Les partenaires de l'Ifsttar viennent principalement de trois marchés, celui du transport (routier & ferroviaire), celui des infrastructures et de la construction et celui de l'énergie (nucléaire et *offshore*). Ils lui confient des projets répondant à 4 thèmes scientifiques, par ailleurs priorités de l'institut, autour de l'économie circulaire, de la prise en compte des risques, des nouvelles technologies autour de la route R5G, et enfin de la conception du véhicule autonome en termes d'ergonomie et de nouvelles technologies.

Parmi les 400 projets annuels portés par l'institut il est intéressant de citer à titre d'exemple, le projet Ademe « Data Center Eco Responsable » remporté en cours d'année, qui consiste à étudier et réaliser un démonstrateur équipé d'un échangeur thermique en terre crue.

C'est en effet un excellent exemple de réussite d'aboutissement entre l'Ifsttar et une PME. La société APL spécialisée en conception de *Data Center* montre qu'à partir d'un concept validé en laboratoire, il est possible d'ouvrir une nouvelle voie

de recherche et de développement dans le domaine de l'optimisation énergétique générée par la maîtrise du matériau technologique « terre crue ».

Évoquant les PME/ETI, l'année 2016 aura par ailleurs été marquée par le lancement des premiers Innov'Days, journée axée sur une communication thématique, (en l'occurrence, l'interaction entre la ville et les transports) entre des PME, des grands groupes et les laboratoires de l'Ifsttar. Ces journées sont inscrites dans le prolongement des relations socio-économiques et favorisent ainsi le dialogue, et à terme les échanges contractuels, entre l'Ifsttar et le monde économique, avec notamment la cible des PME/ETI.

Du côté européen et du montage de projets à proprement parler, l'année 2016 a été marquée par le dépôt de 37 projets H2020. Au-delà du défi « Transports », l'institut intervient désormais sur d'autres thématiques comme les « Infrastructures » ainsi pour témoin l'éclosion du projet « *Steering* » de mise en réseau de plusieurs infrastructures de recherche européennes – route et rail – pour tester la résistance des infrastructures aux conditions climatiques extrêmes et leur adaptation aux nouveaux véhicules hybrides, guidés et autonomes. Par ailleurs, l'Ifsttar s'est impliqué avec ses partenaires (industriels, universitaires, collectivités) dans la préparation de la KIC *Urban Mobility (Knowledge and Innovation Communities)*.

En 2016, l'Ifsttar a poursuivi son implication au sein des Instituts pour la transition énergétique (ITE Efficacy et Vedecom) ainsi que dans les Instituts de recherche technologique (IRT Railenium, System-X, Jules Verne) en maintenant à près de 7 Equivalents temps plein annuel sa participation en mise à disposition d'agents.

Intensifier les collaborations scientifiques avec les partenaires économiques est maintenant intégré dans le Contrat d'objectifs et de performance, le COP 2017-2021, signé fin 2016. Gageons que cet objectif, inscrit maintenant

dans l'ADN de l'Ifsttar et partagé par l'ensemble des agents, permettra de porter encore mieux le rayonnement des connaissances de l'institut à l'usage du monde économique par la recherche partenariale.



regis.de-montigny@ifsttar.fr

BREVETS

Surveillance des ouvrages littoraux par écoute sismique passive

Le diagnostic des ouvrages de défense à la mer présente de forts enjeux sécuritaires et économiques. La majorité de ces ouvrages sont aujourd'hui vieillissants et mal documentés. Leur surveillance reste principalement basée sur l'inspection visuelle, qui ne permet pas toujours d'identifier l'existence d'anomalies internes mettant en jeu leur pérennité en cas de crise climatique. L'écoute du bruit sismique ambiant généré par la houle offre un outil de diagnostic non-invasif et facile à mettre en œuvre. Des capteurs de vibration

sont installés au sommet de l'ouvrage pendant tout ou partie d'un cycle de marée. Le traitement des mesures récoltées permet de mettre en évidence d'éventuelles variations des propriétés mécaniques internes de l'ouvrage et de son soubassement, en réponse au changement de hauteur d'eau, qui se traduisent par la modification des modalités de propagation des ondes sismiques entre certains capteurs. Les zones présentant des variations significatives sont identifiées comme le siège de phénomènes d'érosion

interne par intrusion d'eau, et peuvent être désignées comme la cible d'une intervention de confortement prioritaire auprès des gestionnaires. Cette méthode peut être mise à disposition des bureaux d'études sollicités dans le cadre des plans de prévention contre les inondations.



mathieu.le-feuvre@ifsttar.fr
anaelle.joubert@ifsttar.fr
philippe.cote@ifsttar.fr

Dispositif d'acquisition déployé sur une digue de protection à la mer



Brevet pour l'amélioration de l'efficacité des antennes miniatures à base de métamatériaux

Les systèmes de télécommunications actuels et émergents s'appuient sur l'utilisation d'antennes de petites dimensions afin d'assurer leur intégration au sein de systèmes complexes. Or, la miniaturisation d'une antenne passe nécessairement par des compromis sur ses performances en termes de bande passante et d'efficacité. Des travaux antérieurs ont montré que l'association d'une inclusion à métamatériaux particulière à une antenne donnée pouvait améliorer son efficacité de rayonnement. Cependant ces études académiques ne considèrent que des sources élémentaires. Elles ne permettent pas de répondre à la question des concepteurs de systèmes sur le choix du type d'inclusion à privilégier pour

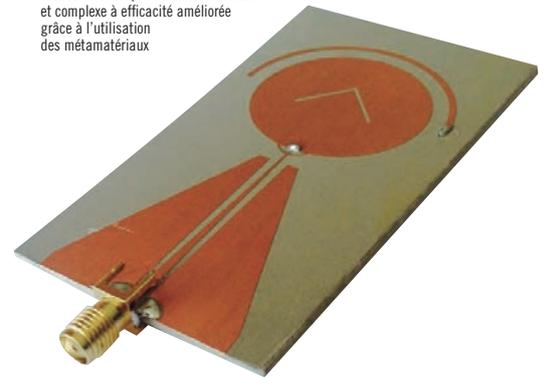
une antenne spécifique souvent de géométrie irrégulière, car à intégrer dans un espace contraint. Les travaux du Léost, qui ont abouti à un dépôt de brevet, proposent un procédé générique d'analyse et de synthèse qui peut être appliqué à un couple d'antennes électriquement petites, quelconques et d'inclusion de métamatériaux non canonique, de géométrie et de nature arbitraires. Ce procédé systématique s'appuie sur un calcul de l'énergie stockée par l'antenne considérée et la recherche d'une inclusion à métamatériaux permettant de compenser cette énergie de manière qualitative et quantitative. Comme preuve de concept, une antenne miniature, complexe avec une efficacité améliorée a été conçue

comme élément constitutif d'un capteur de mesure du niveau de champ électromagnétique.



divitha.seetharamdoo@ifsttar.fr

Preuve de concept : antenne miniature et complexe à efficacité améliorée grâce à l'utilisation des métamatériaux



Thermoroute 2, pour une nouvelle approche du *thermal mapping*

La viabilité hivernale d'un réseau (routes nationales, autoroutes, zones urbaines...) nécessite de connaître son comportement thermo-hygrométrique afin d'identifier les zones d'occurrence préférentielle de verglas. Cette approche, en vigueur depuis les années quatre-vingt-dix, appelée « *thermal mapping* », s'appuie sur un véhicule instrumenté capable de parcourir ces réseaux complètement mêlé au trafic. Frappé d'obsolescence, le premier véhicule Thermoroute cherchait un successeur. Dans le cadre de deux opérations de recherche de l'Ifsttar, le Cerema Est et le Cerema Normandie Centre (CECP Rouen) ont rédigé un cahier des charges et élaboré Thermoroute 2 instrumenté dont les mesures

(température de surface et d'air, humidité relative...) et le traitement par un logiciel dédié fournissent un indicateur de cette susceptibilité, communément appelée risque hivernal. Équipé de dispositifs de mesures sous plate-forme APO du CECP, il a déjà effectué plusieurs milliers de kilomètres de mesures pour différents donneurs d'ordre, que ce soit des conseils départementaux ou bien encore Paris et les plates-formes d'Aéroports de Paris. Ces développements récents, associés aux dernières recherches, conduisent désormais à des cartographies prédictives sous SIG de ce risque hivernal.



mario.marchetti@cerema.fr

BASES DE DONNÉES

Les bases de données jouent un rôle essentiel dans la démarche scientifique de l'Ifsttar. La plupart du temps, elles restent des outils internes pour la recherche. Lorsque les accords contractuels, le droit en matière de protection de propriété intellectuelle et la CNIL le permettent, l'Ifsttar met à disposition des jeux de données selon une stratégie *Open Data*. L'objectif est alors de maximiser leur diffusion et favoriser leur réutilisation par le plus grand nombre.



Des bases de données européennes des caractéristiques de surface (adhérence, résistance au roulement) de la piste de référence de l'Ifsttar Nantes constituées dans le cadre du **projet européen ROSANNE**

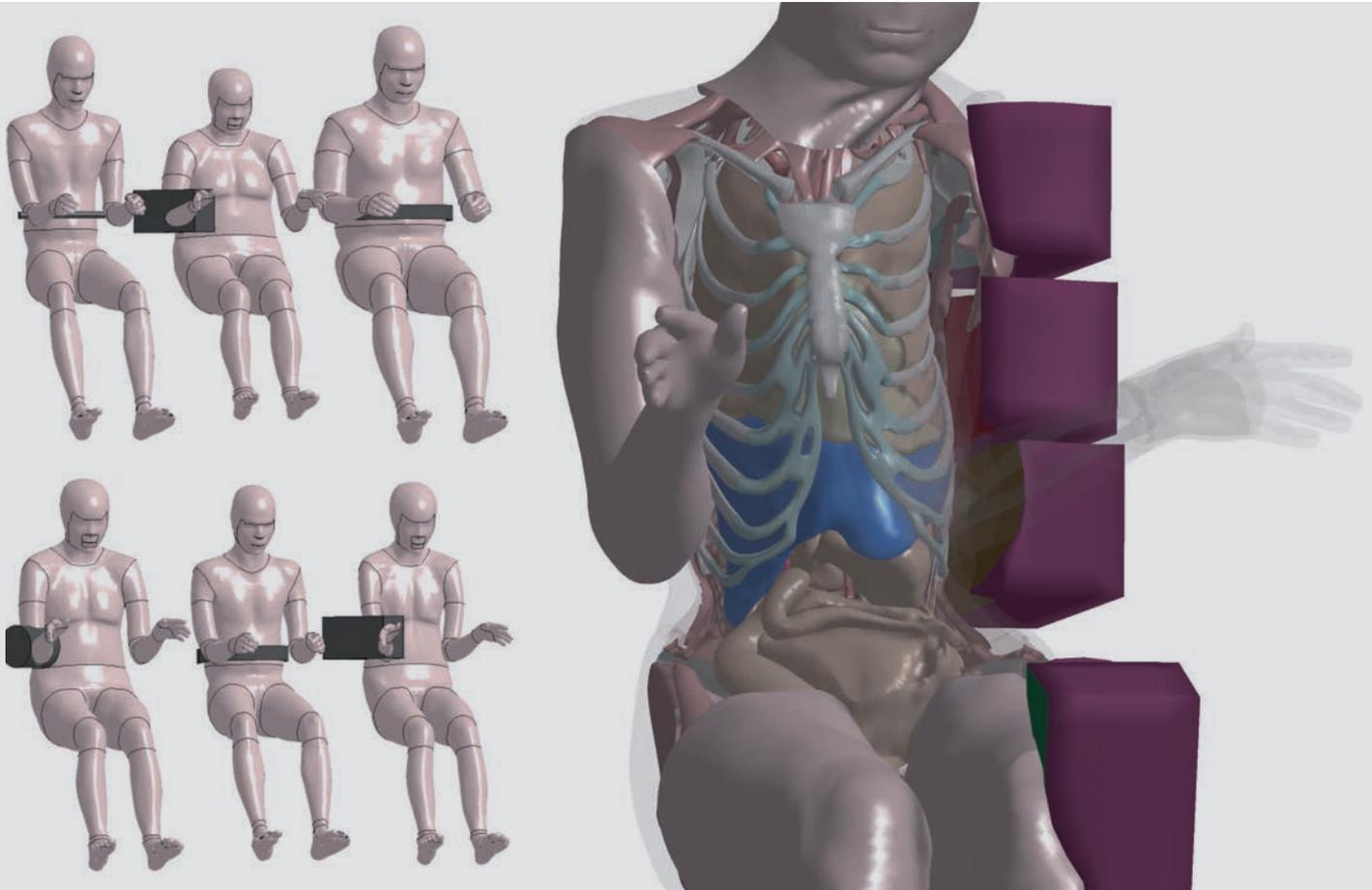
Piste de référence
et d'expérimentations
routières de l'Ifsttar



Le projet européen ROSANNE (*ROLLing resistance, Skid resistance, ANd Noise Emission measurement standards for road surfaces*) vise à définir une pratique commune en Europe en matière de mesure des propriétés d'usage de la route comme l'adhérence, le bruit et la résistance au roulement. Ce projet pré-normatif (2013-2016) a notamment permis de réaliser plusieurs campagnes de mesure des valeurs d'adhérence et de résistance au roulement des revêtements de la piste de référence de l'Ifsttar Nantes. Ces mesures ont été effectuées par un panel de plus d'une quinzaine de véhicules d'auscultation représentatif de ce qui se pratique à travers l'Europe, sur une dizaine de surfaces différentes à des vitesses variant entre 30 et 80 km/h selon les appareils. En complément, un circuit constitué de sept sections routières a été caractérisé. L'ensemble des données collectées sur la piste de l'Ifsttar et sur routes ont permis de créer une vaste base de données qui a répondu à deux objectifs distincts. D'une part, il a été possible d'étudier l'impact de différents paramètres (vitesse, appareil, etc.) sur la mesure d'adhérence et de résistance au roulement, et par là même de proposer des préconisations en termes de méthodes de mesure. D'autre part, l'exploitation de la base de données adhérence a permis de développer un indicateur unique auquel il est possible de raccorder les différents appareils de frottement. Ces résultats vont désormais alimenter les futures normes européennes.

 veronique.cerezo@ifsttar.fr
sylvie.dauvergne@ifsttar.fr

Modélisation de l'abdomen pour le choc automobile : modèle détaillé de femme du GHBMC



La mise à l'échelle non-linéaire de modèles (gauche) a permis de mieux comprendre les effets de taille et d'anatomie sur la réponse au choc et le risque lésionnel et de mieux valider le comportement du nouveau modèle 5^e percentile femme du GHBMC (droite)

Le *Global Human Body Model Consortium* (GHBMC) est un consortium mondial principalement constitué de constructeurs automobile. Il a pour objectif de développer des modèles humains avancés pour le choc automobile. Les travaux sont cofinancés par la *National Highway Traffic Safety Administration* et sont réalisés par six centres d'expertises académiques sélectionnés en 2007. Le LBMC est responsable du centre sur l'abdomen, qui est le seul basé hors Amérique du Nord.

Suite aux travaux ayant conduit au premier modèle détaillé du GHBMC représentant un homme moyen (2011), un effort s'est porté en 2015-2016 sur la mise au point d'un modèle détaillé représentant une femme de petite taille (5^e percentile). Pour le LBMC, ces travaux, conduits en collaboration avec Transpolis SA, ont permis des avancées

significatives sur des questions plus amont telles que la validation de la réponse interne de l'abdomen (grâce à des observations par échographie ultrarapide conduites au LBMC) ou l'effet de la taille et de l'anatomie. *In fine*, ceci a permis de mettre au point des courbes permettant d'estimer les risques lésionnels au foie et à la rate avec les modèles détaillés du GHBMC. Ces résultats et développements méthodologiques ouvrent des pistes de recherche pour améliorer les prédictions et les étendre à d'autres organes.

La phase de mise au point terminée, le nouveau modèle femme a été intégré à la famille du GHBMC qui est largement utilisée dans le milieu académique et industriel.

CERTIFICATION

La convention de partenariat, signée le 15 juillet 2014 entre l'Ifsttar et le Cerema, renouvelait le partenariat étroit que l'Ifsttar entretenait avec le réseau des CETE pour les activités de certification. Ainsi, l'Ifsttar, en partenariat avec le Cerema, prolongeait une longue expérience d'audits-inspections et d'essais réalisés dans le cadre de la certification des produits destinés principalement aux ouvrages de génie civil. Pour renforcer encore cette étroite collaboration, un accord de coopération spécifique est venu renforcer et pérenniser les dispositions prises dans la convention. Cet accord spécifique a été signé le 25 novembre 2016 par la Directrice générale de l'Ifsttar, Mme Hélène Jacquot-Guimbal et le Directeur général du Cerema, M. Bernard Larrourou.

Cet accord vient ainsi conforter le rôle de l'Ifsttar, organisme certificateur notifié, sous la référence n° 1165, pour l'application des procédures d'attestation de conformité associées au marquage CE de plusieurs familles comme les

granulats, les produits de saupoudrage, les plots rétro-réfléchissants et les kits de protection contre les éboulements. Cet accord conforte également l'Ifsttar associé au Cerema comme organisme effectuant des prestations d'audits et d'essais pour le compte d'organismes certificateurs (Afnor Certification, Cerib, Afcab, ATCG, ASQPE et ACQPA) sur un vaste domaine couvrant aussi bien les constituants du béton, l'acier dans les ouvrages que la peinture anti-corrosion sur les structures métalliques. Ce ne sont pas moins de trente applications sectorielles qui sont ainsi managées, chacune par un responsable sectoriel, issu soit de l'Ifsttar, soit du Cerema. Ils font appel à plus de 130 auditeurs venant des deux instituts qui ont réalisé près de 1 000 journées d'audits en 2016. Et depuis la signature de la convention, ce sont 36 nouveaux auditeurs qui ont été formés. Une coopération fructueuse!



philippe.touze@ifsttar.fr

START-UP

Les travaux de recherche de l'équipe Nacre bénéficient d'un programme de maturation de la Satt Paris-Saclay et préparent la **création de la société AltaRoad.**

Objectif : une route plus intelligente pour la rendre plus durable et plus sûre

L'équipe de recherche commune Nacre – Nanotechnologies pour des cités respectueuses de l'environnement – composée de chercheurs et de personnels de l'Ifsttar, de l'école Polytechnique, du CNRS et des Mines ParisTech, a mis au point une nouvelle technologie de nanocapteurs rendant possible l'instrumentation des infrastructures et leur interconnexion en réseaux.

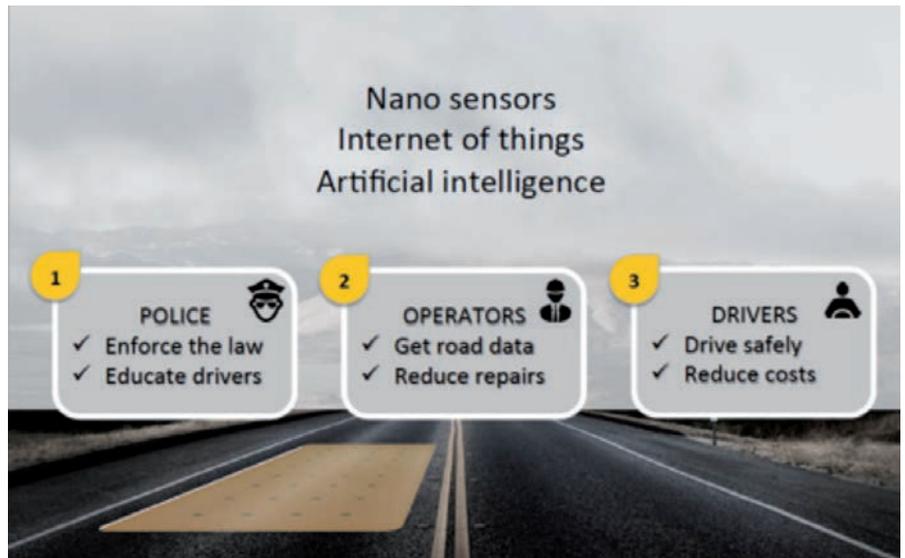
Cette équipe dispose d'équipements de prototypage et d'infrastructures d'évaluation des performances des micro et nanocapteurs destinés notamment à la ville durable.

Parmi ces infrastructures scientifiques remarquables citons :

- **la plate-forme de fiabilité** des capteurs « Platine » à l'École Polytechnique et
- **la mini-ville laboratoire « Sense-City »** à l'Ifsttar, permettant de valider des démonstrateurs réalistes pour une ville durable en environnement contrôlé.

Les résultats de ce projet de recherche, mené par Mme Bérengère Lebental, Directrice de recherche Ifsttar, Directrice du projet pour le département Cosys/Ifsttar et le laboratoire LPICM/ Polytechnique, bénéficient depuis 2016 d'un programme de co-maturation entre les établissements et la Satt Paris-Saclay. Ce programme est soutenu par la Satt Paris-Saclay avec un financement de 452 k€ sur 18 mois.

L'objectif est d'instrumenter la route de demain avec des tapis de nanocapteurs de pression afin de diagnostiquer en continu l'état de la chaussée et l'activité du trafic. L'exploitation des données fournies par ces réseaux de capteurs vise *in fine* à mieux organiser l'utilisation durable des infrastructures et à assurer une meilleure sécurité des usagers de la route.



C'est autour de ces travaux que le projet de création de la future start-up « AltaRoad » portée par Mme Cécile Villette s'organise pour exploiter ces investissements et promouvoir la technologie des nanocapteurs. La société veut ainsi développer ces nouvelles solutions connectées de monitoring de la route. AltaRoad proposera une solution complète aux exploitants d'infrastructures routières : les données qualitatives et quantitatives seront collectées et transmises pour faciliter leur prise de décisions relatives à la gestion de la route de demain.

LES ANNEXES

LA GOUVERNANCE

CONSEIL D'ADMINISTRATION 31 DÉCEMBRE 2016

Président : Jacques TAVERNIER
Vice-présidente : Christine BOUCHET

Représentants de l'État

Ministère chargé de l'équipement :

Siège titulaire en cours de remplacement
Jen-Philippe TORTEROTOT (suppléant),
*ministère de l'Environnement, de l'Énergie
et de la Mer*



Jacques Tavernier,
Président du Conseil d'administration



Corinne Gendron,
Présidente du Conseil scientifique

Ministère chargé des transports :

Christine BOUCHET (titulaire),
*ministère de l'Environnement, de l'Énergie
et de la Mer*
Xavier DELACHE (suppléant),
*ministère de l'Environnement, de l'Énergie
et de la Mer*

Ministère chargé de l'environnement :

Philippe GUILLARD (titulaire),
*ministère de l'Environnement, de l'Énergie
et de la Mer*
Thierry HUBERT (suppléant),
*ministère de l'Environnement, de l'Énergie
et de la Mer*

Ministère chargé de la recherche :

Frédéric RAVEL (titulaire),
*ministère de l'Éducation nationale,
de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche*
Philippe TOUSSAINT (suppléant),
*ministère de l'Éducation nationale,
de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche*

Ministère chargé de l'enseignement supérieur

Alain BERNARD (titulaire),
*ministère de l'Éducation nationale,
de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche*
Jean-Baptiste VERLHAC (suppléant),
*ministère de l'Éducation nationale,
de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche*

Ministère chargé du budget :

Jean-Baptiste MINATO (titulaire),
ministère de l'Économie et des Finances
Charlotte SAULNERON-SAADOU
(suppléante), *ministère de l'Économie et
des Finances*

Ministère chargé de l'industrie :

Michel FERRANDÉRY (titulaire),
ministère de l'Économie et des Finances
Catherine BELLANCOURT (suppléante),
ministère de l'Économie et des Finances

Ministère chargé de la santé :

Ghislaine PALIX-CANTONE (titulaire),
*ministère des Affaires sociales
et de la Santé*
Corinne DROUGARD (suppléante),
*ministère des Affaires sociales
et de la Santé*

Ministère chargé de l'intérieur :

Manuelle SALATHE (titulaire),
ministère de l'Intérieur
Pierre VAISS (suppléant),
ministère de l'Intérieur

Ministère chargé de la défense :

Hisham ABOU-KANDIL (titulaire),
ministère de la Défense
Rémi CASSIER (suppléant),
ministère de la Défense

Personnalités qualifiées

Marie-Claude DUPUIS, *RATP*
Anne-Marie HERBOURG, *ADSTD*
Pierre IZARD, *SNCF*
Carole LE GALL, *Engie*
Yves METZ, *Ingerop*
Guy SIDOS, *Vicat*
Diane SIMIU, *WWF France*
Jacques TAVERNIER, *Usirf*

Représentants du personnel

SUD Recherche EPST-Solidaires :

Christine BUISSON (titulaire),
Maryse BASSEPORTE (suppléante)

SUD Recherche EPST-Solidaires :

Christophe GRANSART (titulaire),
Philippe BON (suppléant)

UNSA : Laurent LÉBOUC (titulaire),
Franziska SCHMIDT (suppléante)

CGT : Paul MARSAC (titulaire),
Nathalie BOTTICCHIO (suppléante)

Le Président du Conseil scientifique,
le Directeur général, le Directeur
scientifique, l'Autorité chargée du contrôle
budgétaire et l'Agent comptable assistant
aux séances avec voix consultative.

CONSEIL SCIENTIFIQUE AU 31 DÉCEMBRE 2016

Présidente : Corinne GENDRON

Vice-président : Pierre-Olivier VANDANJON

Personnalités scientifiques et techniques

Sylvain ALLANO, *PSA*
 Brigitte BARIOL-MATHAIS, *FNAU*
 Bénédicte BUCHER, *IGN*
 Daniel CLEMENT, *Ademe*
 Pierre-Etienne GAUTIER, *Systra*
 Corinne GENDRON,
Université du Québec à Montréal
 Antonio GOMES CORREIA,
Universidade do Minho (Portugal)
 Catherine JACQUARD, *Fondasol*
 Corinne LARRUE,
Université Paris-Est Créteil

Barbara LENZ, *DLR (Allemagne)*
 Catherine PEREZ,
Agència de Salut Pública de Barcelona
(Espagne)
 Stephen PERKINS, *OCDE*
 Jean-Eric POIRIER, *Colas*
 Souheil SOUBRA, *CSTB*
 Catherine TRUFFERT,
Iris Instruments - BRGM

Représentants du personnel

CFDT : Alexandre de BERNARDINIS (titulaire), Fabrice VIENNE (suppléant) ; Pierre-Olivier VANDANJON (titulaire), Etienne LEMAIRE (suppléant)
CGT : Divitha SEETHARAMDOO (titulaire), Jean-Michel FOURNIAU (suppléant)
Sud Recherche EPST-Solidaires : Karine BRUYERE (titulaire), Neila BHOURI (suppléante) ; Sébastien AMBELLOUIS (titulaire), Juliette KAUV (suppléante)
Unsa : Lamine DIENG (titulaire), Malal KANE (suppléant)

COMITÉ EXÉCUTIF AU 31 DÉCEMBRE 2016

Direction générale

Hélène JACQUOT-GUIMBAL,
Directrice générale
 Jean-Bernard KOVARIK,
Directeur général adjoint
 Jean-Paul MIZZI, *Directeur général adjoint*
 Claire SALLENAVE, *Directrice de cabinet*
 et *Responsable de la communication*
 Thierry FRAGNET, *Chef de cabinet*

Directions déléguées

Brigitte MAHUT, *Directrice déléguée*
par intérim du site de Versailles-Satory
 Jean-Paul MIZZI, *Directeur délégué*
du site de Marseille-Salon-de-Provence
 Gérard COUVREUR, *Directeur délégué*
par intérim du site de Villeneuve-d'Ascq
 Claire SALLENAVE, *Directrice déléguée*
du site de Marne-la-Vallée
 Philippe TAMAGNY, *Directeur délégué*
du site de Nantes
 Marc TASSONE, *Directeur délégué*
du site de Bron

Directions fonctionnelles

Direction des affaires européennes et internationales

Agnès JULLIEN, *Directrice*
 Claude MARIN-LAMELLET, *Directeur adjoint*

Direction des partenariats et des moyens

Brigitte MAHUT, *Directrice*

Direction scientifique

Serge PIPERNO, *Directeur*
 Antoine FREMONT, *Directeur adjoint*

Secrétariat général

Anne-Marie LE GUERN,
Secrétaire générale
 Eric GELINEAU, *Responsable des affaires juridiques et des instances*

Départements

Matériaux et structures (Mast)

Thierry KRETZ, *Directeur*
 Bruno GODARD, *Directeur adjoint*
pour le site de Marne-la-Vallée
 Christian TESSIER, *Directeur adjoint*
pour le site de Nantes
 Jean-Michel TORRENTI, *Directeur adjoint*
pour la recherche et le développement

Géotechnique, environnement, risques naturels et sciences de la Terre (Gers)

Eric GAUME, *Directeur*
 Philippe COTE, *Adjoint au directeur*
 Jean-Pierre RAJOT, *Adjoint au directeur*
 Jean-François SEMBLAT,
Adjoint au directeur

Composants et systèmes (Cosys)

Frédéric BOURQUIN, *Directeur*
 Marion BERBINEAU, *Directrice adjointe*

Transport, santé, sécurité (TS2)

Dominique MIGNOT, *Directeur*
 Philippe VEZIN, *Directeur adjoint politique*
de recherche
 Joël YERPEZ, *Directeur adjoint politique*
publique/expertise

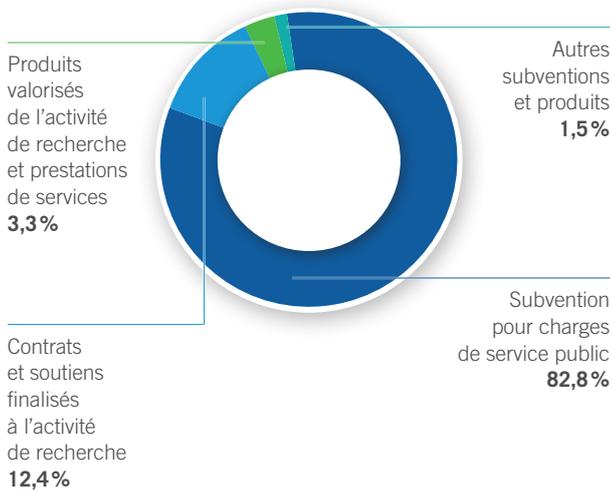
Aménagement, mobilités et environnement (Ame)

Gérard HEGRON, *Directeur*
 Anne AGUILERA, *Directrice adjointe*
chargée de la programmation scientifique
 Michel ANDRE, *Directeur adjoint chargé*
du partenariat et de la valorisation
 Michel BERENGIER, *Directeur adjoint*
chargé de l'organisation et de la qualité

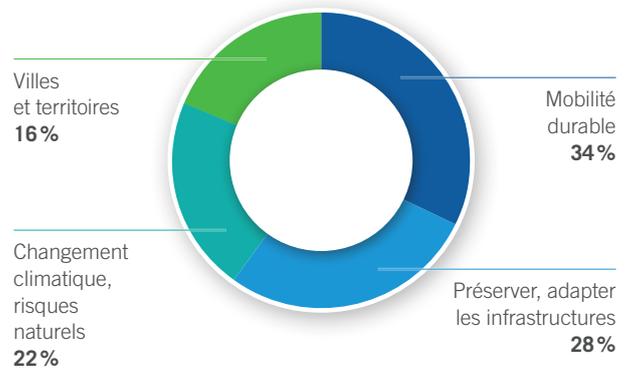
DÉPENSES ET RECETTES

Ressources financières et dépenses hors amortissements

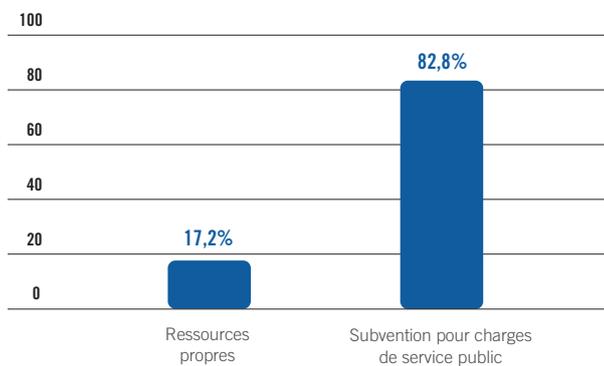
RÉPARTITION DES RECETTES BUDGET EXÉCUTÉ 2016



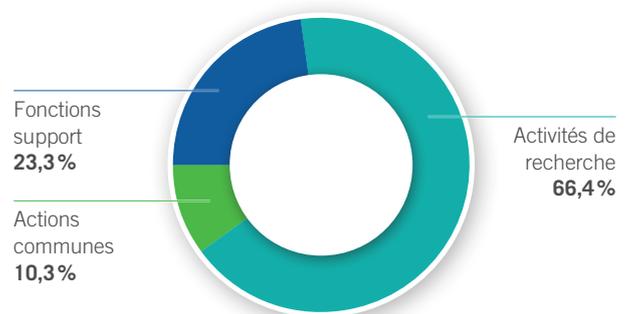
DÉPENSES PAR AXE DE RECHERCHE



PART DES RESSOURCES PROPRES ET SUBVENTION POUR CHARGES DE SERVICE PUBLIC



DÉPENSES PAR DESTINATION



Ressources financières et dépenses hors amortissements

RECETTES	EUROS	%
Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer	83 496 321 €	82,8 %
Subvention pour charges de service public	83 496 321 €	
Contrats et soutiens finalisés à l'activité de recherche	12 551 246 €	12,4 %
Contrats de recherche avec des tiers publics ou privés	2 753 922 €	
Subventions sur projet ou programme de recherche	9 797 324 €	
Produits valorisés de l'activité de recherche et prestations de services	3 291 825 €	3,3 %
Redevances pour brevets et licences	68 461 €	
Prestations de services	2 807 081 €	
Ventes de produits	416 284 €	
Autres subventions et produits	1 506 451 €	1,5 %
Autres subventions	763 459 €	
Produits financiers et autres produits de gestion courante	643 223 €	
Produits exceptionnels	99 768 €	
TOTAL RECETTES	100 845 842 €	100 %
TOTAL RESSOURCES	100 845 842 €	

DÉPENSES MANDATÉES

VENTILATION DES DÉPENSES MANDATÉES PAR DESTINATION

	EUROS	%
Activité conduite par les entités de recherche	69 370 940 €	66,4 %
Mobilité durable	23 439 276 €	
Préserver, adapter les infrastructures	19 781 067 €	
Changement climatique, risques naturels	15 001 226 €	
Villes et territoires	11 149 371 €	
Actions communes	10 787 194 €	10,3 %
Grands équipements	4 516 328 €	
Valorisation de la recherche	660 989 €	
Échanges internationaux	870 875 €	
Information scientifique et technique	2 830 707 €	
Partenariats scientifiques	1 544 583 €	
Formation permanente	363 713 €	
Fonctions support	24 336 492 €	23,3 %
Action sociale	1 117 467 €	
Moyens informatiques communs	4 191 173 €	
Immobilier - entretien	513 723 €	
Immobilier - gros travaux, acquisitions, constructions	675 344 €	
Moyens généraux des services du siège	7 426 701 €	
Moyens généraux des entités de recherche	10 252 454 €	
Opérations financières		
Autres dépenses générales	159 630 €	
TOTAL DÉPENSES	104 494 626 €	100 %
TOTAL	104 494 626 €	

VENTILATION DES DÉPENSES MANDATÉES PAR NATURE

	EUROS	%
Dépenses de personnel sur subvention pour charges de service public	74 112 362 €	70,9 %
Autres dépenses de personnel (dépenses sur contrats de recherche)	4 198 177 €	4,0 %
Fonctionnement et investissement non programmé	21 680 074 €	20,7 %
Opérations d'investissement programmé	4 504 013 €	4,3 %
TOTAL DÉPENSES	104 494 626 €	100 %

IMPLANTATIONS DES LABORATOIRES

BELFORT

Bâtiment F
Rue Thierry Mieg
Belfort Technopôle
F-90010 Belfort
Tél. : + 33(0)384583600
Laboratoire de recherche :
LTE/TEMA/Fédération FCLAB

BORDEAUX

Cerema DETER Sud-Ouest
rue Pierre Ramond - CS 60013
F-33166 Saint-Médard-en-Jalles Cedex

GRENOBLE

Maison des géosciences
1381, rue de la Piscine
F-38400 Saint Martin d'Hères
Laboratoire de recherche :
ISTerre

LILLE-VILLENEUVE-D'ASCQ

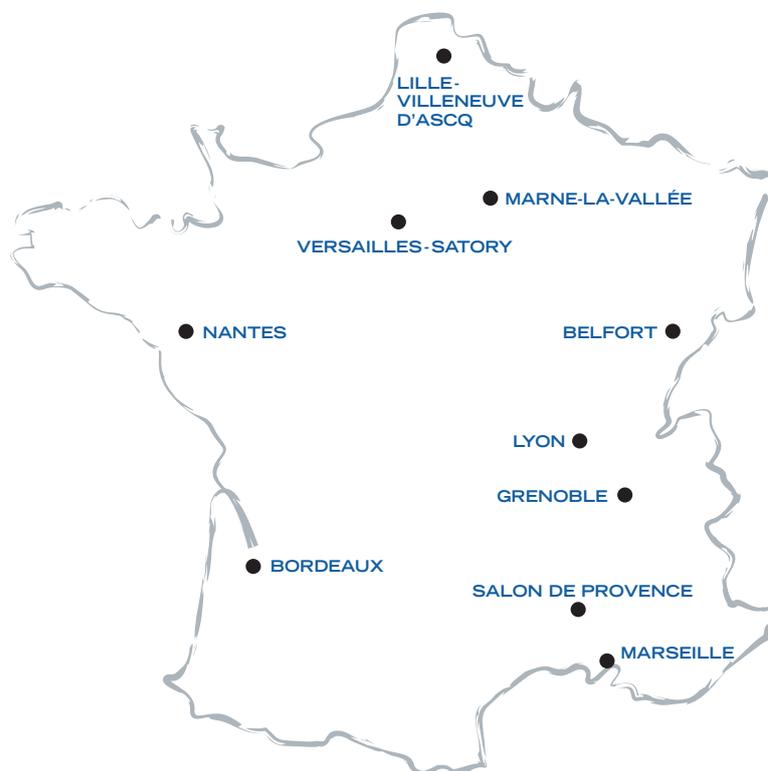
20, rue Élisée Reclus
BP 70317
F-59666 Villeneuve-d'Ascq Cedex
Tél. : + 33(0)320438343
Laboratoires de recherche :
ESTAS, LEOST

LYON-BRON

25, avenue François Mitterrand
Case 24
Cité des Mobilités
F-69675 Bron Cedex
Tél. : +33(0)472142300
Fax : +33(0)472376837
Laboratoires de recherche :
RRO, LICIT, LBMC, LESCOT,
UMRESTTE, LTE, LEPSIS

MARNE-LA-VALLÉE SIÈGE IFSTTAR

14-20, boulevard Newton
Cité Descartes, Champs-sur-Marne
F-77447 Marne-la-Vallée Cedex 2
Tél. : + 33(0)181668000
Tél. : + 33(0)181668001
Laboratoires de recherche :
CPDM, EMMS, FM2D, SRO,
SV, GRETTIA, LEPSIS, LISIS,
DEST, LVMT, SPLOTT



MARSEILLE

Faculté de médecine secteur Nord
Boulevard Pierre Dramard
F-13916 Marseille Cedex 20
Tél. : +33(0)491658000
Laboratoires de recherche : LBA, MAST

NANTES-BOUGUENAI

Route de Bouaye
CS4
F- 44344 Bouguenais Cedex
Tél. : +33(0)240845800
Fax : +33(0)240845999
Laboratoires de recherche :
MIT, LAMES, GPEM, SMC, TC, AI,
EE, GEOLOC, MACSI, SII, EASE, LAE

SALON-DE-PROVENCE

304, chemin de la Croix Blanche
F-13300 Salon-de-Provence
Tél. : +33(0)490568630
Fax : +33(0)490562551
Laboratoires de recherche : LEPSIS, LMA

VERSAILLES-SATORY

25, allée des Marronniers
F-78000 Versailles
Tél. : +33(0)130844000
Fax : +33(0)130844001
Laboratoires de recherche :
TEMA, LPC, LIVIC, LEPSIS

SIGLES

2RM	2 roues motorisé	Dursi	Durabilité des matériaux composites structuraux intelligents	KIC	<i>Knowledge and Innovation Communities</i>
AAPA	<i>Australian Asphalt Pavement Association</i>	ECTP	<i>European Construction Technology Platform</i>	LCPC	Laboratoire central des ponts et chaussées
ACQPA	Association pour la certification et la qualification en peinture anticorrosion	ENS de Lyon	École normale supérieure de Lyon	LEESU	Laboratoire eau environnement et systèmes urbains
ADAC	<i>Allgemeiner Deutscher Automobil-Club</i>	ENTPE	École nationale des travaux publics de l'État	LGCIÉ	Laboratoire de génie civil et ingénierie environnementale
ADAS	<i>Advanced Driver-Assistance Systems</i>	EPSF	Équipement public de sécurité ferroviaire	LGV	Ligne à grande vitesse
AFCAB	Association française de certification des armatures de béton	ERC	<i>European Research Council</i>	LMFA	Laboratoire de mécanique des fluides et d'acoustique
AFPS	Association française du génie parasismique	ERRAC	<i>European Rail Research Advisory Council</i>	LPICM	Laboratoire de physique des interfaces et des couches minces
ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs	ERTMS	<i>European Railway Traffic Management System</i>	LTE	<i>Long Term Evolution</i>
ANR	Agence nationale de la recherche	ESB	<i>European Society of Biomechanics</i>	LUTB	<i>Lyon Urban Truck and Bus</i>
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail	ESIEE-CCIP	École d'ingénieurs de la Chambre de commerce et d'industrie de Région Paris Île-de-France	MAPIL	<i>Missouri Asphalt Pavement and Innovation Lab</i>
APERAU	Association pour la promotion de l'enseignement et de la recherche en aménagement et urbanisme	ETI	Entreprise de taille intermédiaire	MCV	Maîtrise du cycle de vie
APOS	Auscultation pour ouvrages sûrs	EVP	Équivalent vingt pieds	MEEM	Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer
ARCADI	Action régionale pour la création artistique et la diffusion en Île-de-France	EVS	Environnement ville société	MENESR	Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
ASQPE	Association pour la qualification de la précontrainte et des équipements des ouvrages de bâtiment et de génie civil	FUI	Fonds unique interministériel	MOU	<i>Memorandum of Understanding</i>
ATCG	Association technique pour la certification des granulats	GERI	Groupe d'échanges et de recherches Ifsttar	MUSC	Mesures ultrasonores sans contact
BAU	Bande d'arrêt d'urgence	GES	Gaz à effet de serre	NAPE	<i>Narodowa Agencja Poszanowania Energii SA</i>
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières	GEMCEA	Groupement pour l'évaluation des mesures en continu dans les eaux et en assainissement	NASDAQ	<i>National Association of Securities Dealers Automated Quotations</i>
BTP	Bâtiment et travaux publics	GHBMC	<i>Global Human Body Model Consortium</i>	OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
CAPRIS	Cadre régional d'actions de la prévention du risque sismique	GIS	Groupement d'intérêt scientifique	ORSEC	Organisation de la réponse de sécurité civile
CASD	Centre d'accès sécurisé aux données	GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>	PCRD	Programme cadre de recherche et développement
CASR	<i>Centre for Automotive Safety Research</i>	GSM	<i>Global System for Mobile communication</i>	PCS	Plan communal de sauvegarde
CCR	Caisse centrale de réassurance	HCÉRES	Haut conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur	PCSI	Plan de continuité d'activité et système d'information
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives	HU	<i>Urban Hydraulics</i>	PFMS	Plan familial de mise en sûreté
CECP	Centre d'études et de construction de prototypes	I4S	<i>Inference For Structure</i>	PIB	Produit intérieur brut
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement	IECA	<i>Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones</i>	PME	Petite et moyenne entreprise
CERIB	Centre d'études et de recherches de l'industrie du béton	IMFS	Institut de mécanique des fluides et des solides Strasbourg	PMS	Plan particulier de mise en sûreté
CETE	Centres d'études techniques de l'équipement	INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques	PREDIT	Programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres
CGI	Commissariat général à l'investissement	INRA	Institut national de la recherche agronomique	RAP	Réseau accélérométrique permanent
CIG	Commission inter gouvernementale	INRETS	Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité	RATP	Régie autonome des transports parisiens
CLORA	Club des organismes de recherche associés	INSA de Lyon	Institut national des sciences appliquées de Lyon	REX	Retour d'expérience
CNIL	Commission nationale de l'informatique et des libertés	INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques	RFI	Recherche-Formation-Innovation
CNRS	Centre national de la recherche scientifique	INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale	SATT	Société d'accélération du transfert de technologies
DGITM	Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer	IRRCyN	Institut de recherche en communications et cybernétique de Nantes	SHS	Sciences humaines et sociales
DGPR	Direction générale de la prévention des risques	IRIT	Institut de recherche en informatique de Toulouse	SIG	Système d'information géographique
DIRIF	Direction des routes Île-de-France	IRSIN	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	SIMSG	Société internationale de mécanique des sols et de la géotechnique
DIT	Direction des infrastructures de transport	IRSTEA	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture	SNCF	Société nationale des chemins de fer français
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement	IRT	Institut de recherche technologique	SPI	Sciences pour l'ingénieur
DSCR	Direction de la sécurité et de la circulation routières	ISAT	Institut supérieur de l'automobile et des transports	STRMTG	Service technique des remontées mécaniques et des transports guidés
		ITE	Institut pour la transition énergétique	TGV	Train à grande vitesse
		ITS	<i>Intelligent Transport Systems</i>	ULNE	Université Lille Nord Europe
		JRC	<i>Joint Research Centre</i>	UNPG	Union nationale des producteurs de granulats
				UMR	Unité mixte de recherche
				UPE	Université Paris-Est
				WEAMEC	<i>West Atlantic Marine Energy Center</i>



IFSTTAR

**Ce document est le fruit
d'un travail collectif.
Que tous les contributeurs
soient chaleureusement remerciés.**

Document publié par l'Ifsttar

Dépôt légal :

ISSN : 2285-9902

Directrice de la publication :

Hélène Jacquot-Guimbal

Directrice de la communication :

Claire Sallenave

Coordination : Thierry Fragnet

Crédits photos : Sophie Jeannin,

Daniel Bourbotte, Pierre Zembri,

I-Stock, Fotolia.

Conception graphique :

www.grouperougevif.fr - ROUGE VIF

24694 - Juin 2017

Rédaction : Ifsttar et Canopy

Imprimeur : Jouve