



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

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2017



IFSTAR

SOMMAIRE

Éditorial.....	3	covoiturage intelligent.....	29	Développement d'un macroélément	
La parole à.....	4	La start-up Altroad.....	29	3D pour l'analyse du comportement	
> Jean-Marc Zulesi.....	4	Livraisons instantanées.....	30	sismique des fondations superficielles.....	43
> Anne-Marie Herbourg.....	5	B+R : favoriser le rabattement		HyCIAU : processus hydrologiques et	
Faits marquants.....	6	à vélo vers les gares.....	30	climatiques au service de l'adaptation	
Focus.....	10	Transpolis.....	31	de l'aménagement urbain.....	43
L'Ifsttar mobilisé par le ministère		AXE 2 : AMÉLIORER L'EFFICACITÉ		COMPRENDRE, ÉVALUER ET AMÉLIORER	
chargé des transports.....	10	ET LA RÉSILIENCE DES		LES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT ET	
Future : inventer la ville de demain.....	11	INFRASTRUCTURES.....	32	LES POPULATIONS.....	44
Prix et distinctions.....	12	ADAPTER LES INFRASTRUCTURES.....	33	Projet (EMI 2-4) : analyse des émissions	
		SUP&R ITN : un projet international		de 2-roues et quadricycles motorisés.....	44
		pour prolonger la durée de vie		NoiseCapture : une application pour	
		des infrastructures.....	33	cartographier les environnements	
		DEDIR : du Dimensionnement à l'Entretien		sonores avec un smartphone.....	45
		Durable des Infrastructures Routières.....	33	Projet GRAFIC.....	45
		COST-GPR TU 1208 : techniques radar		CONTRIBUER À L'AMÉNAGEMENT DURABLE.....	46
		géophysique - ou de structure -		Expertise collective sur	
		(GPR) en génie civil.....	34	l'artificialisation des sols.....	46
		L'opération « poutre VIPP de Clerval ».....	34	Sense-City : la mini ville pour la ville	
		DÉVELOPPER L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE.....	35	de demain.....	46
		Projet BioRePavation		Projet Proteus : ville numérique	
		(1 ^{er} novembre 2015 – 30 avril 2018).....	35	et qualité de l'eau.....	47
		Projet National RECYBETON :		L'action de réseau TerriTAP.....	47
		le recyclage des bétons.....	36		
		Valorisation des sols urbains			
		en techniques routières.....	36		
		Terra-Nova : valorisation de nouveaux			
		matériaux et amélioration des techniques			
		de construction dans les domaines du			
		terrassement et du bâtiment.....	37		
		NOUVELLES INFRASTRUCTURES DE			
		TRANSPORT ET DE PRODUCTION D'ÉNERGIE.....	38		
		Projet FOX : Forever Open infrastructure			
		across all transport modes – Road map.....	38		
		La Route de 5 ^e Génération.....	38		
		Projet SURFFEOL : surveillance			
		et fiabilité des fondations d'éoliennes			
		(Ifsttar/Région Pays de Loire,			
		2014-2017).....	39		
		Le banc de fatigue des câbles a			
		retrouvé une deuxième jeunesse.....	39		
		AXE 3 : AMÉNAGER ET PROTÉGER			
		LES TERRITOIRES.....	40		
		ANTICIPER LES RISQUES NATURELS			
		ET CLIMATIQUES.....	41		
		Analyse numérique discrète de l'aléa			
		fontis et du foisonnement associés			
		aux cavités souterraines.....	41		
		Projet FUI Newtun : méthode de prévision			
		des tassements provoqués par le			
		creusement des tunnels urbains et			
		influence des présoutènements.....	41		
		CADOROC : « Caractérisation et			
		dimensionnement des ouvrages au rocher ».....	42		
LA VIE SCIENTIFIQUE :					
RECHERCHE ET EXPERTISE.....	14			Quelques chiffres clés.....	48
Structuration des activités de recherche.....	16			Contrats.....	49
Soutien aux activités de recherche.....	17			Vie doctorale.....	50
La vie doctorale.....	18			Bilans RH.....	52
Les réseaux internationaux et nationaux.....	18			Représentations et mandats de l'Ifsttar.....	54
L'appui aux politiques publiques.....	19			Dépenses et recettes.....	55
Liens avec le monde socio-économique.....	20			Organisation.....	56
En avant pour le « FUTURE ».....	21			Implantations.....	57
				Organigramme CA.....	58
AXE 1 : TRANSPORTER				Organigramme CS.....	59
EFFICACEMENT ET SE				Sigles.....	60
DÉPLACER EN SÉCURITÉ.....	22				
NUMÉRIQUE ET MOBILITÉ.....	23				
Le projet fédérateur "Mobilités					
et Transitions Numériques".....	23				
Actes de "Mobilités et (r)évolutions					
numériques".....	23				
Bourse européenne : projet SmartWalk,					
pour une géolocalisation plus précise.....	24				
Projet H2020 : Roll2Rail.....	24				
CONFÉRENCES INTERNATIONALES.....	25				
ESANN'2017.....	25				
Conférence RailLille2017.....	25				
Projet FUI AWARE : des caméras					
pour une meilleure visibilité par tous					
les temps.....	26				
Atelier prospectif robomobilité.....	26				
SÉCURITÉ ROUTIÈRE ET CONSÉQUENCES					
HUMAINES DE L'ACCIDENT.....	27				
L'analyse des traumatismes					
craniocéphaliques.....	27				
DALVAR : Description des Associations					
entre Lésions chez les Victimes					
d'Accidents de la Route.....	28				
CHUT : mieux comprendre les lésions de					
la peau pour proposer des					
aménagements dans la conception					
des habitacles.....	28				
LE DÉVELOPPEMENT DE SERVICES					
ET LEURS USAGES.....	29				
KAROS : comprendre les usages					
pour optimiser une application de					

ÉDITO

2017, DES EFFORTS COURONNÉS DE SUCCÈS

.....



**HÉLÈNE
JACQUOT-GUIMBAL,**
*directrice générale
de l'Ifsttar*

L'année 2017 a vu un épanouissement de nombre de nos projets, facilité par une gestion financière plus sereine. Nous nous sommes mieux structurés, avons produit une recherche toujours aussi riche et avons été davantage sollicités, notamment par le monde socio-économique. Ces bonnes conditions ont consolidé notre rayonnement en France comme à l'international. Elles ont aussi été propices à la création de nouvelles alliances.

Nous avons obtenu la labellisation de l'I-Site FUTURE dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir, marque de reconnaissance de l'excellence scientifique et institutionnelle du projet d'établissement que nous partageons avec nos partenaires voisins : l'UPEM, ESIEE Paris, l'EAVT, l'EIVP, l'IGN et l'ENPC. Pour accompagner ce processus de fusion qui va tous nous faire évoluer, les premiers séminaires de connaissance réciproque ont été organisés. Ces temps d'échanges entre agents ont rencontré un réel succès. Ils traduisent une volonté commune d'intensifier les collaborations pour construire une université à la visibilité internationale sur les sujets de la ville et des transports de demain. Ce projet nous a par exemple permis d'imaginer de nouvelles formations multidisciplinaires, à tous les niveaux, mais aussi d'engager les premiers travaux de recherche en commun entre les différents laboratoires de l'I-Site. N'oublions pas non plus nos sites provinciaux. Déjà associés à d'autres écoles ou universités, ils contribuent eux aussi à développer la formation, à enrichir nos collaborations nationales et internationales et à irriguer la société civile de nos innovations.

Invités par le ministère chargé des transports, nos chercheurs ont contribué concrètement à préparer la loi d'orientation des mobilités. Pendant plusieurs mois, dans le cadre des Assises de la Mobilité, leur participation active aux groupes de travail, ateliers et débats a incarné notre mission d'appui aux politiques publiques.

Cette consultation nationale a été l'occasion de valoriser nos recherches, notre expertise, nos innovations de rupture... Elle témoigne également de la volonté d'engager une nouvelle dynamique de progrès sur les problématiques qui nous occupent.

Avec 163 contrats signés et plus de 18 millions d'euros cumulés, notre activité contractuelle de recherche a connu un fort développement. Ses objectifs ont été atteints : développer nos ressources propres, privilégier des contrats de recherches générant des marges et accroître les relations avec le monde industriel. Signalons par exemple le projet I-Street. Lauréat de l'appel à projets « Route du Futur », cet important programme financé à hauteur de 3,7 millions d'euros par l'ADEME nous associe à de grands partenaires tels que le groupe Eiffage.

L'activité 2017 s'est aussi caractérisée par le début des travaux de la plateforme d'innovation Transpolis et la finalisation de ceux de l'équipement d'excellence Sense-City. SI Recherche, notre outil de collecte et de partage d'informations sur les productions de nos équipes, a été déployé auprès de tous nos services et laboratoires.



**Notre activité
contractuelle
de recherche a
connu un fort
développement.**



Des projets structurants pour l'Institut ont aussi été engagés avec réussite : le contrat d'objectifs et de performance (COP) 2017-2021 ainsi que nos quatre projets fédérateurs. À l'instar du projet « R5G », ces outils d'animation scientifique élaborés par nos chercheurs ont permis d'envisager de nouvelles recherches transversales et interdisciplinaires aux laboratoires de nos cinq départements. Ils s'inscrivent dans une démarche de coordination et de structuration de nos activités de recherche afin de mieux répondre aux grands enjeux sociétaux dans les domaines des transports, de la mobilité, de la sécurité, de l'aménagement et de l'environnement.

Toutes ces réussites sont le fruit de travaux et d'efforts partagés. Félicitations à tous et excellente lecture. —

GRANDS TÉMOINS



JEAN-MARC ZULESI,
député des Bouches-du-Rhône
et président des ateliers
de l'innovation dans le cadre
des Assises nationales
de la mobilité



**L'avenir des
mobilités passe
par l'innovation.**



— Dans quel cadre avez-vous collaboré avec l'Ifsttar ?

Jean-Marc Zulesi : En septembre 2017, le ministère des Transports a lancé les Assises de la mobilité, une consultation nationale sur les déplacements du quotidien. L'objectif est de préparer la loi d'orientation des mobilités présentée en Conseil des ministres au premier semestre 2018, et qui définit la stratégie gouvernementale en matière de transports sur les dix prochaines années. À Salon-de-Provence comme en région parisienne, les chercheurs de l'Ifsttar ont contribué activement à ces Assises. Ils ont participé à des tables rondes thématiques et à des ateliers dédiés à l'innovation pour des mobilités plus propres, plus solidaires et plus connectées. À cette occasion, ils ont débattu avec d'autres chercheurs mais aussi avec des élus, des chefs d'entreprise et de start-up, des représentants d'associations et de syndicats, des usagers.

— Quels sont les enjeux de la mobilité de demain évoqués durant les Assises ?

J.-M. Zulesi : Il s'agit de pouvoir proposer à nos concitoyens des transports et des infrastructures plus efficaces et plus sûrs, en optimisant l'aménagement et la protection des territoires. Pour ma part, je suis convaincu que les solutions à ces défis viendront de l'innovation, davantage que de la construction de nouvelles infrastructures. Il faut encourager encore plus le développement du covoiturage, des véhicules autonomes, de l'autopartage et de l'intermodalité, ainsi que les mobilités actives comme le vélo. À l'issue des Assises, le 13 décembre 2017, j'ai remis officiellement à la ministre des Transports mon rapport détaillant trente-cinq propositions concrètes en ce sens. Parmi elles,

citons par exemple la création d'une plateforme « Mobilité et innovation » ouverte à tous les acteurs publics et privés, ou encore l'ouverture et l'exploitation des data pour fluidifier les circulations et faciliter le covoiturage, dans le respect des usagers. Toutes ces propositions doivent contribuer à créer un cadre juridique et réglementaire flexible, favorisant les évolutions technologiques à venir.

— Que retenir de la contribution de l'Ifsttar à cette consultation ?

J.-M. Zulesi : L'apport de l'Ifsttar a été intéressant à plusieurs égards. Forts de leur expertise, les chercheurs abordent les problématiques avec pragmatisme, à travers le prisme scientifique et à partir de leur expérience de terrain. Les idées et solutions qu'ils proposent sont au cœur de l'innovation. Je pense en particulier à leurs recherches sur les smart cities et sur les réseaux de capteurs enterrés, capables d'identifier les véhicules trop chargés qui endommagent le plus les routes. On peut citer aussi la modulation des péages selon le taux d'occupation des véhicules, ou encore l'ouverture de voies réservées aux automobilistes qui pratiquent le covoiturage. Globalement, l'Ifsttar préconise de renforcer et d'accélérer la gouvernance et la planification des transports par les pouvoirs publics, afin d'intégrer dès à présent les solutions de mobilité innovante dans les schémas de transport et de déplacement. —



L'Ifsttar nous aide à anticiper et à mettre en place les réponses les plus adaptées.



ANNE-MARIE HERBOURG,
présidente de l'Association
des directeurs techniques des
métropoles, Départements
et Régions (ADtech)

— Que représente l'Ifsttar pour votre association ?

Anne-Marie Herbourg : De par son accompagnement stratégique et technique, l'Ifsttar est une précieuse ressource pour l'ADtech. Ses activités sont en parfaite résonance avec nos secteurs d'intervention comme la route en tant que vecteur de mobilité intelligente, l'aménagement, la logistique urbaine... Elles représentent un outil d'aide à la décision pour nos élus afin de répondre aux attentes des usagers, de plus en plus demandeurs de services de qualité. Dans un contexte où les collectivités font face à d'importantes contraintes financières, l'expertise et la réactivité de l'Ifsttar sont essentielles pour prioriser les investissements. Grâce à son approche internationale et pluridisciplinaire, l'Institut nous aide aussi à traiter de thématiques transversales telles que la sécurité, la résilience et l'efficacité des infrastructures, l'aménagement et la protection des territoires... La recherche appliquée sur ces sujets est cruciale pour les gestionnaires d'infrastructures que nous sommes. Enfin, l'Ifsttar contribue également au maintien des compétences techniques des agents territoriaux grâce aux Journées Techniques Route, à ses formations, ses réseaux, ses outils, etc. Cette contribution est primordiale pour les collectivités.

— Qu'attend une collectivité de l'expertise de l'Institut ?

A.-M. Herbourg : Comment améliorer l'entretien et la sécurité des 400 000 km de voiries départementales ? Comment fluidifier l'arrivée en ville ? Comment rendre nos routes intelligentes à l'aide de capteurs au sol ou de nos smartphones ? Toutes ces questions sont aujourd'hui étudiées par l'Ifsttar. Ses résultats doivent aider les collectivités à optimiser l'exploitation, la gestion, l'entretien et la conservation de leur patrimoine. Nous sommes particulièrement intéressés par les expérimentations menées à Sense-City et Transpolis. Par ailleurs, sur un même trajet, un usager emprunte une route communale puis départementale puis métropolitaine... Il ne s'en rend pas compte mais il attend un même niveau de service. Nous devons travailler dans cette logique d'itinéraire et donc de compétence voire de gouvernance partagée, comme le fait l'Ifsttar lorsqu'il s'intéresse à l'évolution des usages par exemple. Ses travaux nous encouragent à réfléchir autrement.

— Sur quels sujets porte votre réflexion stratégique aujourd'hui ?

A.-M. Herbourg : Parmi les sujets à forts enjeux : la durabilité des infrastructures. Les recherches sur l'analyse des couches de roulement fissurées, sur les effets combinés du gel et du dégel sur les chaussées ou encore sur l'auscultation des ouvrages d'art contribueront à anticiper et à mettre en place les réponses les plus adaptées. La Route de 5^e Génération soulève aussi de grandes questions, en particulier avec l'arrivée du véhicule autonome et son impact sur les modes d'exploitation : approches sécuritaires, évolution de la signalisation horizontale, etc. Des réflexions doivent également être menées sur la sécurité - les accidents sont moins un problème d'infrastructures que de comportements - et sur les risques naturels. Avec le changement climatique, nous assistons à une multiplication de phénomènes qui impactent les infrastructures et la mobilité : mouvements de terrains, inondations, orages violents... Sans oublier les problématiques liées au platooning, à la valorisation des fraisâts* d'enrobés, à la qualité de l'air... Nous attendons beaucoup des recherches de l'Ifsttar sur ces grands sujets de demain. —

* résidus d'un fraisage

FAITS MARQUANTS 2017

JANVIER

.....

► 23-27 janvier

SUP&R International Training Network
La recherche européenne « Route et chemins de fer ».

En savoir plus sur...
[SUP&R ITN](#)

► 24-25 janvier

Rencontres de la mobilité intelligente au Beffroi de Montrouge.

En savoir plus sur...
[Les rencontres de la mobilité intelligente](#)

► 25-26 janvier ②

Journées Techniques Route 2017.

En savoir plus sur...
[Les Journées Techniques Route 2017](#)

► 26 janvier

25 ans du CLORA.

En savoir plus sur...
[Le Clora](#)

► 31 janvier ①

Visite de Stéphane Beaudet, Vice-président du Conseil régional d'Île-de-France en charge des transports et de Jean-Jacques Barbaux, Président du Conseil départementale de Seine-et-Marne (77).



FÉVRIER

.....

► 1^{er} février

Eiffage Infrastructures a signé un nouveau contrat cadre de collaboration scientifique avec l'Ifsttar.

En savoir plus sur...
[Le contrat cadre avec Eiffage Infrastructures](#)

► 7 février

Rencontres Scientifiques Nationales de Bron (Lyon)
La Ville se recycle-t-elle ?

En savoir plus sur...
[La Ville se recycle-t-elle ?](#)

► 8 février

Regards croisés : Culture, sciences et territoires
Cycle « Cartographies sensibles de la ville »
Donner à voir l'invisible.



► 23 février ③

Rencontre sur les infrastructures : « Réinvestissons la France ». Forum organisé à l'initiative de la FNTP dans le cadre de la présidentielle 2017 au Carrousel du Louvre.

En savoir plus sur...
[Le Forum des Travaux Publics](#)

► 24 février

Le projet FUTURE d'Université Paris-Est remporte la labellisation I-SITE du Programme des Investissements d'Avenir.

En savoir plus sur...
[Le projet FUTURE](#)



MARS

.....

► Jusqu'au 5 mars ④

Expo: Mutations urbaines, la ville est à nous !
Le LVMT présente une maquette interactive de calcul des émissions de CO₂ à la Cité des sciences, Paris.

► 9 mars

Colloque « Le recyclage du béton dans le béton, tout naturellement ».

En savoir plus sur...
[Le recyclage du béton dans le béton](#)

► 14 mars

Rencontres des Savoirs « Hors les murs »
Les projets d'écoquartiers en France.

En savoir plus sur...
[Les projets d'écoquartiers en France](#)



► 15 mars

Journée d'information et d'échanges
« Apport des régénérants dans le recyclage
des enrobés ».

En savoir plus sur...

[La journée d'information et d'échanges](#)

► 20-22 mars

DDI2017 : 5^e conférence « *Driver Distraction
and Inattention* ».

En savoir plus sur...

[DDI2017](#)

► 28 mars 5

Mobilité@VEDECOM : Inauguration de la piste d'essais
de Satory à Versailles.

En savoir plus sur...

[Mobilité@VEDECOM](#)



► 27 avril 6

Regards croisés : Culture, sciences et territoires
Cycle « Cartographies sensibles de la ville »
Cartographies alternatives et artistiques.

MAI

► 4-5 mai 7

International Workshop on Communication Technologies
for Vehicles.

En savoir plus sur...

[The International Workshop](#)

► 11 mai

La mobilité de la ville intelligente
L'événement « Ville du Futur » sur le campus Descartes.

En savoir plus sur...

[La mobilité de la ville intelligente](#)

► 10-12 mai

Journées Techniques Acoustique et Vibrations.

En savoir plus sur...

[Les JTAV 2017](#)

► 18 mai 8

Rencontres Scientifiques Nationales de Bron
Autour du thème « Rêver la ville, rêver le monde ».

En savoir plus sur...

[Patrick Chamoiseau et Michel Lussault](#)

► 18-19 mai

Séminaire francophone de socio-économie des
transports, co-organisé par le ministère de la Transition
écologique et solidaire et l'Ifsttar.

En savoir plus sur...

[Les politiques de transport et aide à la décision](#)

► 29-31 mai

ITS-Telecommunications à Varsovie.

En savoir plus sur...

[ITS-Telecommunications](#)



AVRIL

► 4 avril

Rencontres Scientifiques Nationales de Bron
Les outils du développement durable.

En savoir plus sur...

[Les Rencontres Scientifiques Nationales de Bron](#)

► 4-7 avril

RailLille 2017 : 7th International Conference on Railway
Operations Modelling and Analysis.

En savoir plus sur...

[RailLille 2017](#)

► 24-26 avril

ConCrack5 : JCI-RILEM International Workshop on
« Control of Cracking of Mass Concrete and Related Issues
Concerning Early Age Cracking of Concrete Structures ».

En savoir plus sur...

[ConCrack5](#)

► 25 avril

Seminar@SystemX, animé par Alexandra Milloning (AIT
Institute of Technology) et Sonia Adélé (Ifsttar).

En savoir plus sur...

[Seminar@SystemX](#)

► 26-28 avril

ESANN'2017
25th European Symposium on Artificial Neural Networks.

En savoir plus sur...

[Le programme de ESANN'2017](#)



MAI - JUIN

► 29 mai au 2 juin

1st European Pavement Friction Workshop.

En savoir plus sur...

[1st European Pavement Friction Workshop](#)

► 31 mai au 2 juin 10

FIT 2017 : l'Ifsttar au Forum International
des Transports.

En savoir plus sur...

[FIT 2017](#)





11

JUIN

► 2 juin 11

ERC Vespa : création d'une nouvelle équipe de recherche commune (Ifsttar/Agrocampus Ouest) dédiée au rôle des végétaux en ville.

En savoir plus sur...
[Vespa](#)

► 6 juin 12

Regards croisés : Culture, sciences et territoires
Cycle « Cartographies sensibles de la ville »
Ville écrite ou cité improvisée ?



12

► 13 juin 13

Séminaire du laboratoire international associé avec l'Université de Sherbrooke « LIA Ecomatériaux ».

En savoir plus sur...
[La rencontre LIA Ecomat](#)

► 14-16 juin 14

Journées Techniques Ouvrages d'Art 2017.

En savoir plus sur...
[Les JOA 2017](#)

► 19-22 juin

ITS, *Intelligent Transportation Systems*
World Congress, Strasbourg.

En savoir plus sur...
[ITS European Congress](#)

► 29 juin

INNOV'DAY RAIL : une journée destinée au futur de la recherche ferroviaire.

En savoir plus sur...
[Innov'Day Rail](#)



13



JUILLET

► 6 juillet 15

Journée d'inauguration du démonstrateur BioRePavation à Nantes.

En savoir plus sur...
[BioRePavation](#)

► 9-13 juillet

6^e édition de *Biot Conference on Poromechanics*.

En savoir plus sur...
[La 6^e édition de Biot Conference](#)

► 9-14 juillet 16

IFAC 2017 : 20th *World Congress of the International Federation of Automatic Control*, Toulouse, France.

En savoir plus sur...
[Control Challenges for Social Systems on YouTube](#)



16



14

15



SEPTEMBRE

► 11-15 septembre

LABEX WEEK 2017 (organisé par le LABEX Futurs Urbains)

En savoir plus sur...
[Le 3^e colloque international du LABEX](#)

► 13 et 14 septembre

1^{er} workshop franco-japonais « Traffic psychology » à Versailles - Satory.

En savoir plus sur...
[Le 1^{er} workshop franco-japonais](#)

► 18-21 septembre

IPIN 2017: Indoor Positioning and Indoor Navigation conference, Sapporo, Japon.

En savoir plus sur...
[IPIN 2017](#)

► 19 septembre

Début des Assises nationales de la mobilité.

En savoir plus sur...
[Les Assises nationales de la mobilité](#)

► 24 septembre

Nantes Digital Week
Présentation au public de l'application NoiseCapture.

En savoir plus sur...
[Noise-Planet](#) [L'application Noise Capture](#)

► 29 septembre

Atelier prospectif robomobilité.

En savoir plus sur...
[L'atelier prospectif robomobilité](#)

OCTOBRE

► 2-4 octobre

UHPFRC 2017 : 3^e symposium international des Bétons fibrés ultra-hautes performances à Montpellier.

En savoir plus sur...
[UHPFRC 2017](#)

► 7-15 octobre ¹⁷

26^e Fête de la Science

En savoir plus sur...
[La 26^e Fête de la Science](#)



► 10 octobre

Rencontres des Savoirs en lien avec la Fête de la Science : « Mobilité et (r)évolution numérique »

► 16-17 octobre

30^e édition des entretiens JCartier : la mobilité sous toutes ses formes au service des collectivités et des citoyens.

En savoir plus sur...
[La 30^e édition des entretiens JCartier](#)

► 24 octobre ¹⁸

Signature d'un accord de coopération avec RTRI (Railway Technical Research Institute).



19



20

© Fabrice Jonckheere (JCK) / Université Paris-Est

NOVEMBRE

► 15-16 novembre

TAP 2017 : *International Transport and Air Pollution Conference*.

En savoir plus sur...
[TAP 2017](#)

► 15 novembre ¹⁹

Signature d'un accord cadre entre la Banque Mondiale et l'Ifsttar sur les émissions de polluants des transports.

En savoir plus sur...
[La pollution de l'air due aux transports](#)

► 21 novembre

Rencontres des Savoirs : « Le numérique au service d'une ville durable ? Sense-City, un exemple de ville numérique à échelle réduite ».

En savoir plus sur...
[Le numérique au service de la ville durable ?](#)

► 23-24 novembre

Géorail : Premier symposium international sur les problèmes géotechniques du monde ferroviaire, Paris.

En savoir plus sur...
[Géorail 2017](#)

► 23-24 novembre ²⁰

FUTURE Days : co-construire la ville de demain.

En savoir plus sur...
[FUTURE Days](#)

► 27-29 novembre

Assises nationales de la qualité de l'environnement sonore.

En savoir plus sur...
[Les 8^e Assises nationales](#)

► 28 novembre

Atelier logistique urbaine organisé dans le cadre des Assises de la mobilité en présence d'Élisabeth Borne, ministre chargée des Transports.

En savoir plus sur...
[L'atelier logistique urbaine](#)

► 29 novembre ²¹

I-STREET lauréat de l'appel à projets « Route du futur ».

En savoir plus sur...
[I-STREET](#)

► 29-30 novembre

Séminaire de connaissance réciproque à l'Ifsttar à Villeneuve d'Ascq entre les membres de la future université Gustave Eiffel.



21

© Gérard Tordjman - Eiffage

DÉCEMBRE

► 4 décembre ²²

Innovation Day, Lyon.

► 5 décembre

Le projet SmartR, piloté par l'École polytechnique, le CNRS et l'Ifsttar, a été sélectionné par la SATT Paris-Saclay.

En savoir plus sur...
[Le projet SmartR](#)

► 6-7 décembre

Séminaire de connaissance réciproque à l'Ifsttar à Champs-sur-Marne entre les membres de la future université Gustave Eiffel.

En savoir plus sur...
[Clip du séminaire de connaissance réciproque](#)

► 8 décembre

Colloque de clôture de l'expertise collective « artificialisation des sols » menée conjointement par l'INRA et l'Ifsttar.

En savoir plus sur...
[L'artificialisation des sols](#)

► 13 décembre

Clôture des Assises nationales de la mobilité.

En savoir plus sur...
[Les Assises nationales de la mobilité](#)



22

À quoi ressembleront les routes du futur ?

ecom NEWS

FOCUS

ASSISES NATIONALES DE LA MOBILITÉ

L'IFSTTAR MOBILISÉ PAR LE MINISTÈRE CHARGÉ DES TRANSPORTS



Outre sa participation active à chacun des six groupes de travail thématiques réunis d'octobre à décembre 2017, l'Ifsttar a répondu à la demande du ministère chargé des transports d'organiser deux événements importants : un atelier sur la logistique urbaine et une table ronde lors de la journée internationale des Assises.

Trois grandes catégories articulaient les propositions de l'Ifsttar aux Assises de la mobilité : la planification, qui formule une vision de l'état du système de transport à long terme ; le soutien et l'incitation économique ; la réglementation et le contrôle, parmi lesquels la sécurité des transports. Ces propositions ont été déclinées par les représentants de l'Institut dans chacun des six groupes de travail thématiques. Olivier Bonin (AME-LVMT) pour le groupe « Plus solidaire » ; Nicolas Hautière (COSYS) et Thierry Kretz (MAST) pour « Plus soutenable » ; Rochdi Trigui (AME-LTE) et Guillaume Uster (COSYS-ESTAS) pour « Plus propre » ; Anne Aguiléra (AME-LVMT) pour « Plus connecté » ; Dominique Mignot (TS2) et Philippe Vézin (TS2) pour « Plus sûr » ; Laetitia Dablanc (AME-SPLOTT) et Jean-Patrick Lebacque (COSYS-GRETTIA) pour « Plus intermodal ».



Nous avons coordonné dans un délai serré de nombreuses contributions de chercheurs des départements de l'Ifsttar. Les résultats des recherches menées collectivement depuis plusieurs décennies sur ces questions sont clairs : il n'y a pas une forme de mobilité durable mais des formes de mobilité durable, en fonction des usagers, de leurs caractéristiques et des contextes dans lesquels ils évoluent, des types de territoires...

CORINNE BLANQUART,
directrice du département AME



En parallèle de ces groupes, des temps d'expression et de débats ont été ouverts tels que l'atelier thématique sur la logistique urbaine du 17 octobre à Paris organisé par l'Ifsttar et présidé par la députée Valérie Lacroute. « Des pistes prometteuses ont été explorées pour promouvoir des solutions logistiques urbaines innovantes » témoigne Laetitia Dablanc. La chercheuse se réjouit en particulier de la prise en compte de l'organisation de la logistique du dernier kilomètre, véritable défi pour les politiques d'urbanisme et de gestion de l'espace aux différentes échelles territoriales. « La question de l'harmonisation et de la meilleure visibilité sur les réglementations des professionnels du transport de marchandises est apparue comme un enjeu essentiel. »

Le numérique offre de nouvelles possibilités. De nombreuses transformations sont en cours et à venir dans les systèmes de transport, les pratiques de déplacement et les politiques de mobilité. L'Ifsttar a mobilisé son réseau pour la journée internationale du 24 novembre qui a réuni environ 500 personnes. Emmenée par Anne Aguiléra, une équipe de l'UMR LVMT a organisé la table ronde « Digitalisation, nouvelles pratiques de mobilité et concept de *Mobility as a Service (MaaS)* ». Parmi les participants : une conseillère de la ministre finlandaise des transports et un responsable de la *Singapore Land Transport Authority*. Les discussions ont porté sur la nature des innovations liées au digital et sur le rôle des autorités publiques pour favoriser leur émergence, leur développement et leur intégration dans les politiques de mobilité durable. Virginie Boutueil, Gaëlle Lesteven et Marianne Thébert du LVMT sont unanimes : « *Malgré les différences de contexte territorial, culturel, politique ou encore économique, les débats ont montré que les évolutions en cours et les défis posés aux autorités publiques locales et nationales s'expriment dans des termes très comparables dans de nombreux pays, au Nord comme au Sud.* » Selon le souhait de la ministre chargée des transports, le matériau recueilli lors des Assises alimente le projet de loi d'orientation des mobilités (« LOM »). Avec sa participation aux groupes de travail, aux ateliers de l'innovation et aux différents événements des Assises, l'Ifsttar aura été particulièrement actif et visible dans sa mission d'appui aux politiques publiques.



En savoir plus sur...
[Assises de la mobilité](#)

FUTURE

INVENTER LA VILLE DE DEMAIN

Portée par l'Université Paris-Est, initiative FUTURE est un projet construit avec sept membres et associés de la Comue : l'Ifsttar, l'UPEM, ESIEE Paris, l'EAVT, l'EIVP, l'IGN et l'ENPC. Réunis au sein du consortium I-SITE FUTURE, ces partenaires sont signataires de la convention avec l'Agence Nationale de la Recherche, principal opérateur pour l'enseignement supérieur et la recherche du Programme d'investissements d'avenir.

Labellisé en février 2017 pour une durée de 10 ans, FUTURE débute par une période probatoire de 4 ans. Centré sur le thème de « la ville de demain », son projet scientifique s'accompagne de la création d'une institution capable d'en porter la stratégie dans le long terme, aussi bien en matière de recherche, de formation, de soutien au développement économique et d'appui aux politiques publiques qu'en matière de partenariats et de ressources. Cette institution sera **une université d'un type nouveau en France**, construite à partir d'un organisme national de recherche, l'Ifsttar, d'une université, l'UPEM, d'une école nationale supérieure d'architecture, l'École d'Architecture de la Ville et des Territoires à Marne-la-Vallée (EAVT) et de deux écoles d'ingénieurs : ESIEE Paris et l'École des Ingénieurs de la Ville de Paris (EIVP). L'IGN travaillera à un plus grand rapprochement de l'ENSG-Géomatique avec le futur établissement, tandis que l'École nationale des Ponts et Chaussées y sera associée par voie de convention.

L'ambition du projet d'université est de créer un outil institutionnel **internationalement reconnu sur les thématiques des transports, de la ville et de son aménagement**. Cette spécialisation

FUTURE
INVENTER LA VILLE DE DEMAIN



n'exclut aucune discipline, ni aujourd'hui, ni dans l'avenir. Un ancrage disciplinaire fort doit assurer l'excellence de la recherche dans notre spécialisation thématique et pouvoir servir de base à moyen terme à d'autres développements thématiques. Cela est également valable pour la formation, en complément de priorités qui lui sont spécifiques : dimension professionnalisante, innovation pédagogique et relation aux métiers du secteur public ou privé.

L'aspect territorial est abordé de deux manières complémentaires :

> L'accueil, entre autres, des élèves du territoire, sortant de l'enseignement secondaire, avec la mise en place de parcours permettant à la fois d'être exigeants sur les contenus et d'accompagner les étudiants vers la réussite.

> Le développement des implantations existantes dans le territoire national pour renforcer le réseau de recherche, de formation et de partenariats sur les thématiques de l'université.

Ces thématiques sont souvent au cœur des interrogations des pouvoirs publics, et le conseil aux pouvoirs publics de tous niveaux (État, Europe, collectivités locales) est considéré comme aussi important pour l'Université en construction que le transfert vers l'industrie des résultats de la recherche. —



En savoir plus sur...
Future

PRIX ET DISCTINCTIONS 2017

AME

SPLOTT

Françoise Bahoken

Prix de thèse de la Revue M@ppemonde.

[En savoir plus](#)

LVMT

Richard Zelezny

Prix Aydalot 2017 de la meilleure thèse, décerné par l'ASRDLF (Association des sciences régionales de langue Française).

[En savoir plus](#)

SPLOTT

François Combes et **Martin Koning**

Meilleur article de la 3^e *Interdisciplinary Conference on Logistics, Production and Traffic*, septembre 2017, Darmstadt, Allemagne.

[En savoir plus](#)

GEOLOC 1

Nicolas Antigny, **Myriam Servieres** et **Valérie Renaudin**

2^e meilleur papier à la conférence IEEE IPIN 2017.

[En savoir plus](#)



Prix CCR CAT NAT 2017 décerné à Elif ORAL

GERS

SV 2

Elif Oral

Prix CCR (Caisse Centrale de Réassurance) "CAT NAT"

GEOEND

Céline Filippi

Meilleure présentation de la "Near Surface Geoscience Conference", septembre 2016, Barcelone, Espagne.



COSYS

LEOST

Virginie Deniau

Élue vice-chair internationale de la commission E de l'URSI (Union radio scientifique internationale)

SII 3

Vincent Le Cam

Prix de l'Innovation Vinci 2017 (prix régional "procédés et Techniques")

COSYS (LISIS) + MAST (EMMS+SMC) 4

Aghiad Khadour, **Gonzague Six**, **Marc Quiertant**, **Sylvain Chataignier**, **Jean-François David**, **Richard Michel**, **Yannick Falaise** et **Bruno Godart**

Remise du prix du Cerema 2016 dans la catégorie innovation

[En savoir plus](#)

Anne Ruas

ICA Honorary Fellowship (ICA : Association cartographique internationale)

[En savoir plus](#)

LICIT 5

Ludovic Leclercq

Grant Mickle Award au TRB (Transportation Research Board)

SII

Antoine Criniere et **Jean Dumoulin**

Best paper award, conférence internationale SPIE Thermosense 2017

[En savoir plus](#)





MAST

NAVIER + EMMS

Astrid Billon
Prix argent du Trophée de thèses SMABTP.

NAVIER

Romain Mesnil
Hangai Prize de l'International Association for Shell and Spatial Structure.

Jules Thiery

Prix de thèses de l'Université Paris-Est catégorie Sciences, Ingénierie et Environnement, pour son travail sur les transferts de liquide dans les milieux nanoporeux.

En savoir plus

Sébastien Brisard ⁶

Prix de mécanique Jean Mandel 2017 (LMS, Polytechnique-ENSMP).

Philippe COUSSOT ⁷

Weissenberg Award de la Société Européenne de Rhéologie.

Lionel Du Peloux, Frédéric Tayeb, Olivier Baverel, Jean-François Caron
"Best Paper Award" de la revue *Structural Engineering International*.

LBMC ⁸

Anicet Le Ruyet
Prix du meilleur papier "John W. Melvin Student Paper Awards", lors de la "Stapp car crash conference"

MIT/LAMES

Marion Lambert
Prix du meilleur poster lors de la 7th International EATA Conference (European Asphalt Technology Association), Zürich, Suisse.

En savoir plus



TS2

LBA + LMA ⁹

Hedi Hamdane
Prix de la chaire Abertis International pour la gestion des infrastructures de transport, catégorie "Sécurité routière".

LBA ¹⁰

Manuel Taso
Prix de thèse AMU (Aix-Marseille Université).

TS2/diverses unités

Catherine Gabaude, Martine Hours, Bernard Laumon, Jean-Louis Martin, Dominique Mignot
Médaille de Bronze du ministère de l'intérieur (agrafe Sécurité Routière).

En savoir plus

LMA

Hugo Loeches De La Fuente
Young Researchers Award ECTRI-FEHL-FERSI, 8th Young Researchers Seminar 2017, 16-18 mai 2017, Berlin, Allemagne.





LA VIE
SCIENTIFIQUE
RECHERCHE
ET EXPERTISE



ANTOINE FRÉMONT,
directeur scientifique adjoint

SERGE PIPERNO,
directeur scientifique

La vie scientifique de l'Institut est guidée par une volonté : répondre aux grands enjeux de société en matière de transport, de mobilité, de sécurité, d'aménagement et d'environnement.

Ces enjeux ont été définis par le nouveau COP 2017 - 2021 dont 2017 marque la 1^{re} année. Ils prolongent les défis de la stratégie scientifique de 2012 sur les mobilités et les infrastructures avec les axes 1 et 2 et ils recentrent les défis 3 et 4 sur l'environnement et les territoires dans un même axe qui porte sur la protection et l'aménagement des territoires. Outre les 3 axes scientifiques, le 4^e axe vise à encourager et promouvoir l'excellence scientifique et le transfert technologique au sein de l'Institut.

Les résultats scientifiques associés à ces trois axes pour l'année 2017 sont présentés dans la seconde partie de ce rapport d'activité. —

AXE 1 TRANSPORTER EFFICACEMENT ET SE DÉPLACER EN SÉCURITÉ

.....

Objectif 1 : Améliorer la fiabilité des transports de personnes et de marchandises, dans leurs différents modes et usages, à coûts et externalités maîtrisés.

Objectif 2 : Renforcer la sécurité et l'ergonomie des déplacements, pour une mobilité sereine et respectueuse de la vie humaine.

Objectif 3 : Progresser dans les systèmes et services pour une mobilité multimodale, intelligente, propre et sans couture.

AXE 2 AMÉLIORER L'EFFICIENCE ET LA RÉSILIENCE DES INFRASTRUCTURES

.....

Objectif 4 : Adapter au meilleur coût les infrastructures au changement climatique et aux nouvelles exigences d'exploitation et d'entretien.

Objectif 5 : Contribuer au développement d'une économie circulaire de la construction par l'accroissement de l'usage de matériaux renouvelables et de bio-matériaux alternatifs.

Objectif 6 : Développer les nouvelles générations d'infrastructures de transport et de production de l'énergie, intégrant la transition numérique.

AXE 3 AMÉNAGER ET PROTÉGER LES TERRITOIRES

.....

Objectif 7 : Anticiper les risques naturels et climatiques pour augmenter la résilience des villes et des territoires, réduire leur vulnérabilité et protéger les populations.

Objectif 8 : Comprendre, évaluer et améliorer les interactions entre infrastructures, services de transport et politiques d'aménagement, et leurs effets sur l'environnement et les populations.

Objectif 9 : Contribuer à l'aménagement durable des territoires, notamment urbains.

AXE 4 ENCOURAGER ET PROMOUVOIR L'EXCELLENCE SCIENTIFIQUE

.....

Objectif 10 : Créer les conditions favorables à l'excellence de la recherche.

Objectif 11 : Partager les productions scientifiques et techniques, les savoirs et les savoir-faire.

Objectif 12 : Amplifier les contributions de l'Institut à l'innovation.

— STRUCTURATION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE

Afin de répondre aux enjeux sociétaux, l'Ifsttar poursuit la structuration de ses activités de recherche et en favorise la coordination.

Les évolutions internes des structures de recherche font partie intégrante de la vie d'un institut de recherche pour mieux s'adapter aux thématiques scientifiques tout en prenant en compte les aspirations et envies des personnels des laboratoires.

Une équipe de recherche en émergence **Simu&Moto** (Simulateurs & Motocyclettes) a été créée en 2017 au sein du département TS2 avec comme thématique principale la simulation de conduite des deux-roues motorisés. L'équipe se concentre sur la formalisation de son projet scientifique qui pourra éventuellement s'intégrer à terme dans un laboratoire ou une unité mixte de recherche existant.

Le laboratoire GEOLOC, qui mène des recherches et expertises sur les méthodes et systèmes de géolocalisation, a migré du département COSYS vers le département AME. Il a fait évoluer son projet scientifique pour non seulement répondre aux défis technologiques et sociétaux liés aux transitions numériques et à une plus grande connectivité de tous les acteurs du transport, mais aussi d'accompagner l'évolution des pratiques de mobilité et des moyens de transport. Il se positionne ainsi en plus grande proximité avec les usages de la mobilité.

Au sein du département MAST, un nouveau laboratoire EMGCU (Expérimentation et modélisation pour le génie civil et urbain) a été créé début 2018 par la fusion de deux laboratoires dont les thématiques scientifiques étaient proches : EMMS (Expérimentation et modélisation des matériaux et des structures) et SDOA (Sécurité et durabilité des ouvrages d'art). Cette fusion a donné lieu à des discussions menées tout au long de l'année 2017 pour formaliser le projet scientifique du laboratoire unifié. EMGCU concentre son activité sur les ouvrages d'art et tous les aspects liés au vieillissement de ces infrastructures : développement de pathologies et compréhension des phénomènes conduisant à des désordres (fissuration...), estimation de leur durée de vie et gestion optimale de leur cycle de vie.

Les coopérations avec des partenaires extérieurs contribuent aussi à la structuration des activités de recherche. Elles sont favorisées là où elles sont scientifiquement pertinentes et permettent de construire plus vite les équipes réunissant les compétences nécessaires aux problématiques scientifiques émergentes. L'Ifsttar noue des



partenariats sous diverses formes. En 2017, une Équipe Commune de Recherche (ERC) a été créée avec Agrocampus Ouest entre le laboratoire Eau Environnement à Nantes (département GERS) et le laboratoire Environnement physique de la plante horticole à Angers. Intitulée VESPA (Ville eau sol plante atmosphère), cette ERC constitue la première équipe de recherche sur les plantes et les sols en ville. Par ailleurs, une neuvième unité mixte a été créée sur l'acoustique environnementale, avec le Cerema, concrétisant ainsi des collaborations anciennes entre les équipes. Un projet d'UMR a été également présenté pour évaluation par l'Hcéres en psychologie, entre le laboratoire Psychologie des comportements (département AME) et le Laboratoire Adaptations Travail-individu de l'Université Paris Descartes.

Le lancement de quatre projets fédérateurs vise à favoriser au sein de l'Institut des recherches interdisciplinaires et transversales aux laboratoires des cinq départements. Ils doivent par ailleurs rendre l'Ifsttar visible sur des problématiques actuelles à forts enjeux sociétaux.

> Le projet fédérateur **Ville 2050** s'attèle à la conception des villes durables et « vivables » de demain, en particulier dans le cadre des transitions climatique et énergétique et en vue de respecter les objectifs fixés en 2050 sur la limitation des impacts environnementaux des villes. Comment tendre vers une mobilité pour tous, vers une ville sobre en énergie et en ressources et à faibles impacts environnementaux tout en la rendant adaptable et résiliente ?

> Le projet fédérateur **Mobilités et transitions numériques** s'intéresse aux transitions numériques en cours qui ont déjà et auront encore demain des conséquences majeures dans le domaine des mobilités. Il traite de l'émergence des technologies numériques pour une mobilité connectée, en visant à montrer comment il est possible d'étudier la mobilité à partir du numérique et à analyser comment les acteurs et les territoires sont confrontés aux opportunités ouvertes par le numérique.

> Le projet fédérateur **Voyageur virtuel** vise à simuler le comportement humain pour prévoir les

impacts de la mobilité de demain. Ces simulations portent sur les nouvelles régulations du trafic, les aides à une conduite de plus en plus déléguée, les véhicules autonomes, mais aussi les réactions et comportements face à ces nouveaux véhicules et aménagements.

> Le projet fédérateur **Infrastructures de transition énergétique** porte sur l'adaptation des infrastructures au changement climatique, la prolongation de leur durée de vie, leur surveillance et leur montée en « intelligence », la diminution des coûts de maintenance et la préservation du patrimoine.

En 2017, des séminaires de lancement ont eu lieu pour chacun de ces projets. Réunissant un grand nombre de participants, ils ont permis aux différentes équipes d'échanger sur leurs travaux et d'envisager de nouvelles pistes communes. Ils sont portés par des équipes de trois chercheurs et les avancées des travaux sont capitalisées par un comité opérationnel.

Outre les projets fédérateurs, la direction scientifique encourage **les collaborations structurantes de recherche avec des partenaires, les animations de réseaux et les initiatives ciblées de jeunes chercheurs ou de sujets de recherche émergents.**

En 2017, 11 initiatives ciblées, 3 collaborations de recherche et 1 animation de réseau ont été lancées. Cette même année, 4 animations de réseaux, 5 initiatives ciblées, 7 collaborations de recherche se sont clôturées en organisant 5 séminaires de restitution des travaux. —

— SOUTIEN AUX ACTIVITÉS DE RECHERCHE

Pour soutenir ses activités de recherche en lien avec les grandes orientations nationales et européennes de la recherche, l'Ifsttar déploie des politiques dédiées au service de ces dernières.

LA POLITIQUE NUMÉRIQUE

Pour répondre aux enjeux liés à la transformation numérique des activités de recherche, plusieurs projets d'appui concret aux structures de recherche ont abouti. La mise en place d'un **centre de calcul et de stockage** mutualisé à l'échelle de l'Institut offre désormais de nouvelles possibilités pour le développement et l'hébergement de données ou d'applications. De même, la démarche d'élaboration d'une **politique de gestion des données de recherche** vise à accompagner l'évolution des pratiques face aux nouvelles exigences attendues vis-à-vis des données (lois et règlements, cybersécurité, etc.).

À un niveau plus précis, celui des activités de simulation de déplacement, une nouvelle organisation opérationnelle a été mise en place et un projet de refonte des outils logiciels est en cours.

LA POLITIQUE DE CAPITALISATION SUR NOS RECHERCHES

Elle s'est traduite par la mise en place de l'outil **"SI Recherche"**. Conçu pour répondre aux besoins de capitaliser l'information sur les projets de recherche et les expertises, il permet d'éviter la dispersion voire la perte d'information, de réduire le nombre d'enquêtes internes en direction des laboratoires, de simplifier les circuits de collecte et de validation, et enfin de présenter sous une forme

intuitive et centralisée les informations réparties dans diverses applications du système d'information (informations financières, temps passés). L'outil a été déployé début 2017 auprès de tous les services et laboratoires. En 1 an, 500 dossiers ont été déposés, portant à 1 200 le nombre total de dossiers. Chacun comporte entre 10 et 100 données : titre, type, résumé, projets liés, financeurs, acteurs, avis, documents...

La construction du "SI recherche" a été réalisée en mode agile par un groupe de futur.e.s utilisateurs et utilisatrices issu.e.s des laboratoires et des directions, en dialogue constant avec l'équipe interne en charge de son développement.

LA POLITIQUE DE L'INFORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Elle s'inscrit dans une démarche nationale de science ouverte, accessible à tous les chercheurs. Pour favoriser la communication directe entre ces derniers, l'Ifsttar se tourne résolument vers une **diffusion en open access de ses publications**. Ainsi, le mandat du 31 juillet 2017 pour la diffusion en libre accès, donne aux chercheurs la possibilité de diffuser la version finale de leurs manuscrits acceptée pour publication et en précise les conditions. L'Ifsttar, par ce mandat, a défini une obligation de dépôt et a confirmé



son choix de capitaliser sa littérature scientifique dans son archive ouverte locale institutionnelle interfacée avec l'archive ouverte nationale HAL et la plateforme européenne OpenAIRE, également consultable dans la collection HAL-Ifsttar.

En cohérence avec cette politique, l'Ifsttar a été le second signataire de l'Appel de Jussieu pour la Science ouverte et la bibliodiversité. Cet appel, issu d'une initiative portée par un collectif français représentatif des chercheurs et des professionnels de l'édition scientifique, s'adresse aux communautés scientifiques et aux établissements de recherche. Il promeut un accès ouvert aux publications scientifiques pour encourager la bibliodiversité et l'innovation et n'implique pas le transfert exclusif des abonnements vers les APC (« article publishing charges »). —

— LA VIE DOCTORALE

La recherche passe par les jeunes! L'Ifsttar poursuit sa politique d'un soutien actif au doctorat.

Le doctorat peut être la première étape d'une carrière académique. Mais à l'échelle internationale, et pour des métiers très diversifiés, le PhD s'impose de plus en plus comme une référence pour entrer à très haut niveau sur le marché du travail, le doctorat étant reconnu comme une formation de haut niveau qui apprend aux étudiants à gérer la complexité d'un sujet sur un temps significatif. L'insertion dans le monde du travail est souvent facilitée par un sujet de thèse en lien avec les besoins socio-économiques des entreprises ou des collectivités. Un nombre significatif de doctorats menés à l'Ifsttar se font d'ailleurs dans le cadre de CIFRE (Conventions industrielles de formation par la recherche), qui permettent l'embauche par une entreprise d'un doctorant pour le placer au cœur d'une collaboration de recherche

avec un laboratoire public, avec l'appui financier du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. L'Ifsttar participe activement au forum CIFRE.

Le doctorat permet aussi de faire entrer de nouvelles compétences dans les laboratoires tout en participant à la formation des doctorants via les écoles doctorales des différents sites universitaires avec lesquels l'Ifsttar est partie prenante. Depuis sa création en 2011 et jusqu'à la fin de l'année 2017, l'Ifsttar a formé 575 docteurs. Leur taux d'emploi (CDD+CDI) à 1 an s'élève à 90% pour les docteurs 2016. Il est supérieur à 93% pour les docteurs des années précédentes.

En 2017, l'Ifsttar a attribué 25 contrats doctoraux, ce qui représente un engagement financier de 2,5 M€. En outre, 12 contrats doctoraux ont été signés avec un employeur extérieur. 14 thèses CIFRE, 8 thèses sur contrat de recherche, 5 thèses



en CDD (dont 2 en co-tutelles avec le Canada) et une thèse ITPE4A ont démarré. Au total, 65 thèses ont débuté dans les laboratoires ou UMR de l'Institut! À l'autre bout de la chaîne, 75 soutenances de thèses ont eu lieu en 2017. —

— LES RÉSEAUX INTERNATIONAUX ET NATIONAUX

L'Ifsttar travaille en réseau afin de bénéficier des complémentarités scientifiques sur différentes thématiques de recherche.

LES COLLABORATIONS INTERNATIONALES

Elles se développent et se renforcent au fil du temps. Elles se déclinent aujourd'hui grâce à des partenariats bilatéraux avec des organismes (instituts de recherche, universités, ministères, opérateurs privés comme la Banque mondiale sur la pollution de l'air) de 18 pays. Les actions qui en découlent prennent différentes formes qui nourrissent la recherche et sa valorisation. Elles ont notamment permis l'accueil en 2017 de 32 chercheurs étrangers.

En 2017 c'est avec le Japon que les activités ont été les plus fournies et diversifiées grâce à de nombreux partenariats, notamment avec le PWRI (*Public Works Research Institute*), le PARI (*Port and Airport Research Institute*), les universités de

Tokyo, de Kyoto et de Kwansai Gakuin. Un accord cadre de quatre ans a été signé avec le RTRI (*Railway Technical Research Institute*) donnant un cadre aux mobilités de chercheurs et facilitant la co-publication de travaux réalisés en collaboration. Plusieurs manifestations scientifiques se sont déroulées, notamment le séminaire scientifique ConCrack (département MAST) à Tokyo du 24 au 26 avril 2017 à l'occasion de la parution en anglais de la version révisée des recommandations du *Japan Concrete Institute* (JCI), le séminaire scientifique France - Japon sur la psychologie (sociale, cognitive, ergonomique) appliquée aux transports (piloteage COSYS) et une semaine d'échanges sur la réduction des catastrophes naturelles du 2 au 6 octobre 2017, organisée par l'ambassade de France à Tokyo.

À l'échelle européenne, les équipes de l'Ifsttar ont répondu aux appels à projet H2020 avec un excellent taux de réussite de 22%. Grâce à ces projets, l'Institut diversifie ses partenaires et continue à ancrer ses activités sur les piliers « excellence scientifique » et « réponse aux défis sociétaux » du programme cadre. Une douzaine de contributions d'influence pour le prochain programme cadre européen ont ainsi été co-rédigées par les chercheurs impliqués à différents niveaux des groupes de travail, d'experts et au niveau institutionnel.

LES COLLABORATIONS NATIONALES

L'Ifsttar déploie des partenariats scientifiques sous différentes formes afin de mobiliser les compétences rares et d'anticiper les besoins de demain.

Ces partenariats ne prennent pas nécessairement la forme d'unités mixtes ou d'équipes communes. Ils peuvent également s'établir par convention ou accord-cadre, permettant de garder les contacts entre équipes de recherche à intérêt scientifique partagé. Dans cet esprit, l'accord-cadre avec Météo France a été renouvelé fin 2017 et des réunions régulières sont tenues pour ceux concernant, entre autres, le Cerema, le BRGM ou l'Ineris. Dans un cadre plus institutionnel, l'Ifsttar joue un rôle moteur au sein de l'Alliance Allenvi de recherche pour l'environnement, en particulier sur l'environnement urbain et la mobilité, et s'implique durablement pour participer à la construction de politiques scientifiques de site autour de chacune de ses implantations. L'année 2017 a été marquée par la sélection du projet d'I-Site Future pour le site de Marne-la-Vallée mais aussi par les projets d'I-Site Next à Nantes et les développements d'I-Site et d'Idex à Marseille, Lyon et Lille, auxquels l'Ifsttar est associé. —



Le président de RTRI et la directrice générale de l'Ifsttar ont signé le 24 octobre 2017 un accord cadre de 4 ans.

— L'APPUI AUX POLITIQUES PUBLIQUES

L'Ifsttar entretient des échanges fructueux avec ses ministères de tutelle afin d'initier des projets de recherche et d'en partager les résultats.

Une convention avec la DGITM (Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer du ministère de la Transition écologique et solidaire) a été signée à hauteur de 110k€ afin de soutenir des projets de recherche qui intéressent directement le MTES. La DSR (Délégation à la Sécurité Routière) a financé 4 projets en 2017 puis a lancé un appel à projets en novembre 2017.

Les résultats des recherches sont partagés dans le cadre du Réseau Scientifique et Technique lors de journées d'échanges, notamment les Journées Techniques Routes, Ouvrages d'Art, Géotechnique, Acoustique et Vibrations et les Journées Transports-Déplacements.

L'année 2017 a permis l'organisation de séminaires de transfert destinés à faciliter les liens entre les chercheurs et les utilisateurs de la recherche, notamment les directions générales

des ministères. Sept « rendez-vous » ont été organisés sous des formes très diverses en petits comités pour approfondir une question ou en séminaires plus larges. Ils ont porté sur la fiabilité des systèmes de transport (avec la DGITM et la DST : Direction de la Surveillance du territoire), la vie robomobile (DGITM), les Assises de la mobilité mais aussi les éco-matériaux et les matériaux biosourcés (DGALN : Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature) ou encore les pollutions (DGEC : Direction générale de l'énergie et du climat) et les Assises de l'environnement sonore (DGPR : Direction générale de la prévention des risques).

L'appui aux politiques publiques dépend aussi des sollicitations extérieures et des opportunités. Par exemple, en collaboration avec l'INRA, l'Institut a mené une expertise collective sur l'artificialisation des sols (ESCO artificialisation des sols) à la demande du MTES, de l'ADEME et du ministère

de l'Agriculture et de l'Alimentation (MAA).

L'appui aux politiques publiques peut prendre aussi des formes plus ponctuelles, par exemple la participation de nombreux chercheurs et ingénieurs de l'Ifsttar aux Assises Nationales de la Mobilité, ou aux débats publics organisés par la Commission nationale du débat public (CNDP). Ce fut le cas par exemple pour deux chercheurs de l'Ifsttar qui ont contribué au débat public sur les projets d'extension du port de Dunkerque. Afin de conforter, d'explicitier et de coordonner notre action en matière d'appui aux politiques publiques, un plan d'action a été validé. Il s'est traduit en 2017 par la mise en ligne sur l'Intranet d'informations pratiques (dates, procédures) pour les porteurs souhaitant soumettre leurs projets aux ministères. Le recensement des actions d'appui aux politiques publiques via l'outil SI Recherche a été initié avec à terme la mise à disposition de cette information sur le site Internet de l'Institut. —

— LIENS AVEC LE MONDE SOCIO-ÉCONOMIQUE

Des recherches en liens étroits avec les entreprises.

L'Ifsttar étant un institut de recherche appliquée, le partenariat avec le monde socio-économique est inscrit dans son ADN, nécessaire à la fois pour concrétiser avec lui des résultats de recherches qui répondent aux enjeux du tissu économique et pour fournir les ressources nécessaires au développement de ses activités. Deux services accompagnent les chercheurs et leurs partenaires dans ces collaborations. Une équipe (BAC) s'assure du calcul des devis, et du suivi des relevés de dépense, avec une compétence forte sur la facturation de financements partenariaux exigeants comme les projets européens (7 nouveaux contrats européens notifiés en 2017). Une autre (AMP), apporte son soutien au montage des projets, s'efforce de soigner les liens avec nos partenaires et accompagne les départements dans leur stratégie de collaboration avec le monde socio-économique.

UNE PROGRESSION CONTINUE DU VOLUME DES RECETTES LIÉES AUX PARTENARIATS AVEC LE MONDE SOCIO-ÉCONOMIQUE

L'Ifsttar a fortement développé son niveau de ressources propres grâce aux contrats de recherche, avec un montant en 2017 de 18,1 millions d'euros, soit une progression de 6,5 millions d'euros par rapport à 2013. À noter que le nombre de contrats a légèrement diminué, mais grâce à une approche plus stratégique des partenariats, leur



Représentants d'Eiffage et d'Ifsttar posant devant le bâtiment Bienvenue à Champs-sur-Marne, le 1^{er} février 2017, à l'occasion de la signature d'un accord cadre.

montant unitaire s'est accru. Cette année voit également une progression des types de contrats les plus « rentables » pour l'établissement (contrats bilatéraux avec les entreprises et contrats partenariaux à dépenses contrôlées). Pour illustrer, on évoquera ici le projet I-Street - appel à projets « route du futur » du PIA4 opéré par l'ADEME -, monté en collaboration avec les grands partenaires du secteur que sont Eiffage, OLIKROM, TOTAL et pour lequel l'Ifsttar est financé à hauteur de 3,6 m d'euros.

[Voir contrats 2017, page 51](#)

FAVORISER DES COLLABORATIONS STRUCTURÉES, INSCRITES DANS LA DURÉE AVEC LE TISSU INDUSTRIEL

Les collaborations avec les grands acteurs du domaine font l'objet de contrats cadres. Ils simplifient et accélèrent les collaborations en offrant une

base juridique générale à la contractualisation. Ces contrats font l'objet d'un suivi et d'une animation par un binôme scientifique/développeur d'affaire. À ce jour l'Ifsttar a contractualisé 14 contrats cadres avec les principaux grands groupes des secteurs du transport, des infrastructures et de l'énergie.

L'Ifsttar continue à **s'impliquer fortement dans les lieux d'échange entre acteurs privés et publics**. En 2017, 6 ETP (Équivalent Temps Plein) ont été mis à disposition des établissements du PIA que sont VEDECOM, SystemX, Railenium, et Efficacy. Afin d'accompagner les départements dans leur stratégie partenariale, **une feuille de route annuelle** est établie en commun entre les services support concernés (AMP) et les directeurs de département pour passer d'une contractualisation « réactive » à une planification qualitative des partenariats envisagés, et pour étendre le portefeuille-client.

UNE PARTICIPATION ACTIVE AUX ACTIVITÉS DE NORMALISATION

Dans le cadre de sa mission d'appui aux politiques publiques, un transfert des résultats de recherche bénéficie du tissu socio-économique par une participation aux commissions de normalisation. Une base des représentations a été créée et a permis de recenser tous les experts qui concourent activement aux activités de normalisation. En 2017, **51 experts ont participé à 67 commissions** dont un tiers au niveau européen ou international.

ALLER À LA RENCONTRE DES PME

L'Ifsttar a inscrit dans son Contrat d'Objectifs et de Performance sa volonté de collaborer avec tous types d'acteurs, y compris les moins intégrés dans le circuit de la R&D Transport. La formule « Innov'day », qui avait été plébiscitée par les PME participant à l'événement, a été reconduite en 2017, cette fois sur le thème du ferroviaire. Elle a offert des opportunités de réseautage et de visibilité aux PME. Des événements sont planifiés pour 2018 en collaboration avec les pôles de compétitivité pour faire découvrir aux PME les offres de recherche que peuvent leur apporter l'Ifsttar.

FINANCER DE NOUVELLES PLATEFORMES D'ESSAIS, LES RENDRE ACCESSIBLES AUX PARTENAIRES INDUSTRIELS

L'équipe AMP propose aux chercheurs de les accompagner lors de l'acquisition de nouveaux équipements, procédures souvent complexes lorsque l'on se positionne sur la création de



plateformes uniques. Afin d'améliorer l'ouverture de ces grands équipements à nos partenaires, un travail a été réalisé pour établir une tarification au plus juste des plateformes les plus emblématiques, telles que Sense-City.

DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE OUVERTES SUR LA SOCIÉTÉ

Les recherches menées à l'Ifsttar répondent à de grands enjeux de société. Il est donc essentiel de diffuser les résultats de la recherche vers le plus grand nombre en apportant une information fiable et à même de susciter des échanges Science et Société.

Les collections de l'Ifsttar ont maintenant 3 ans et elles font la part belle à l'édition numérique et à l'open access. Sur les 8 ouvrages publiés en 2017, 7 ont fait l'objet d'une diffusion en libre accès et la diffusion d'ouvrages au format numérique dépasse largement la diffusion au format papier, puisqu'elle représente 65% de l'activité de la librairie de l'Ifsttar contre 35% pour le papier.

L'espace web science et société de l'Ifsttar donne la parole aux chercheurs pour faire découvrir au



grand public leurs travaux. En 2017, les dossiers thématiques ont changé de *look*, ils sont maintenant en libre accès, sous la forme de PDF interactif et de livret, en version française et anglaise. Ils se déclinent également en marque-pages promotionnels et cocottes en papier à l'attention d'un plus jeune public. Le véhicule autonome a fait l'objet d'un dossier thématique « Regards croisés sur le véhicule autonome » paru en 2017. Ce sujet, ainsi que celui de la Route de 5^e Génération, ont été au cœur des échanges avec des publics scolaires et périscolaires lors d'ateliers organisés à Bron et à Provins.

De nouveaux formats vidéo ont vu le jour en 2017 : « Sum Up your thesis », « Focus recherche » et « Focus équipement ». 16 nouvelles vidéos ont été réalisées cette année pour faire découvrir les travaux des chercheurs et doctorants de l'Ifsttar. L'intégrale de la série des « Focus métier » est maintenant accessible sur le site de l'Ifsttar dans la rubrique « Nous rejoindre ». En 2017, un travail important d'inventaire, de numérisation, d'indexation du Fonds Image Patrimoine Scientifique de l'Institut a été entrepris. Ainsi, 76 films scientifiques du LCPC sont désormais accessibles sur le web via notre plateforme d'hébergement vidéo. Initiées en 2012 dans le cadre d'un partenariat de la ville de Bron avec l'Ifsttar et l'ENTPE, les Rencontres Scientifiques Nationales de Bron (RSNB) constituent un projet novateur et participatif autour du thème « Ville durable, sociale et citoyenne ». En 2017, les citoyens ont ainsi été invités, lors des rencontres des savoirs et du grand débat, à découvrir des enjeux et alternatives en milieu



urbain ainsi que les effets potentiels du numérique sur la ville.

Dans le cadre d'un partenariat réunissant l'Ifsttar, Arcadi Île-de-France et Université Paris-Est, un cycle de conférences-débats intitulé « Cartographies sensibles de la ville » s'est tenu à la Maison de la Poésie à Paris. À cette occasion, acteurs de l'innovation scientifique, de la création littéraire et artistique ont pu se rencontrer et s'interroger sur la manière dont ils voient la ville d'hier et d'aujourd'hui. —

+ En savoir plus sur...
[Les vidéos "Focus équipement"](#)
[Les dossiers thématiques Ifsttar](#)

— EN AVANT POUR LE « FUTURE »

2017 marque aussi le début d'un nouveau processus pour l'Ifsttar et ses partenaires avec le projet I-Site FUTURE.

Ce dernier va fondamentalement faire évoluer l'établissement et ses recherches : son volet institutionnel prévoit la création d'une Université nationale Gustave Eiffel, portant le projet d'être un leader scientifique sur le champ de la recherche urbaine, s'appuyant sur les différents sites de l'Ifsttar et leurs dynamiques collaboratives, et sur la fusion institutionnelle avec une Université (Université Paris Est Marne-la-Vallée), trois écoles

d'ingénieurs (EIVP, ESIEE et ENSG) et une école d'architecture (EAVT). Pour l'Ifsttar, c'est une formidable opportunité d'intégrer d'autres partenaires et d'autres disciplines, comme l'histoire et l'urbanisme, dans les problématiques d'aménagement durable des territoires et de politiques publiques attendues par la société. Des moyens significatifs sont alloués au projet pour soutenir une vingtaine d'actions-phares. Ils seront pérennisés si le jury international mis en place par le **Secrétariat Général pour**

l'Investissement est convaincu de la pertinence de l'organisation adoptée. L'année 2017 a surtout été marquée par le lancement d'appels à projets interdisciplinaires qui ont généré un grand nombre de réponses ambitieuses et par celui d'un cycle de « Séminaires de Connaissance Réciproque » dont l'objectif premier était le rapprochement entre équipes de recherche et personnels support des divers établissements. —

AXE 1

TRANSPORTER EFFICACEMENT ET SE DÉPLACER EN SÉCURITÉ

Au cœur des recherches de l'Ifsttar, les questions de mobilité et de sécurité sont portées par l'axe 1. Elles visent à « transporter efficacement et se déplacer en sécurité ». La finalité de cet axe est de contribuer à faire émerger des solutions pour atteindre des capacités de transport/déplacement terrestres répondant aux attentes de la société : plus fiables, plus économes en énergie, sûres et raisonnables, adaptées à toutes les personnes et à toutes les marchandises. Trois thèmes ont été abordés en 2017 : le numérique et la mobilité, la sécurité routière et les conséquences humaines de l'accident, le développement de services et leurs usages.

Les systèmes de mobilité sont déterminants pour le fonctionnement des sociétés modernes, ils doivent s'astreindre à une plus grande sobriété énergétique, devenir toujours plus fiables et résilients tout en intégrant des briques d'innovations technologiques et se projeter pour appréhender les conséquences de l'automatisation de systèmes de transport. L'actualité 2017 a été particulièrement riche avec les Assises nationales de la mobilité. Elle a démontré que les choix de l'Ifsttar en matière de recherche étaient tout à fait fondés. L'accélération de l'innovation et de la révolution numérique a été le sujet de l'atelier *Des mobilités plus connectées*, sujet dans lequel s'inscrivent les résultats 2017. L'exercice de recueil des préoccupations des Français, des offres innovantes de services et des souhaits des parties prenantes offre une vision large et complète des futures orientations pour la recherche sur la question de la mobilité et son évolution. —

ASSISES NATIONALES de
LA MOBILITÉ
BOUGEONS LES LIGNES !

— NUMÉRIQUE ET MOBILITÉ

Le numérique joue un rôle de plus en plus central dans les mobilités. C'est pourquoi l'Ifsttar a souhaité coordonner et fédérer ses forces vives au travers d'une organisation multidisciplinaire interne appelée « projet fédérateur ». Dans le champ des mobilités, les projets fédérateurs « Mobilités et transitions numériques » et « L'Homme modélisé pour la mobilité de demain » ont ainsi été initiés.

MOBI LITE' TRANSI TION NUMÉ RIQUE

Le projet fédérateur Mobilités et Transitions Numériques

La révolution numérique impacte fortement notre mobilité et les transports. Cette évolution est soutenue par la prolifération des terminaux mobiles, des équipements connectés et des nouvelles technologies qui assistent le déplacement des personnes, des véhicules et des biens. Dans les transports publics, l'accès aux données numériques en temps réel facilite la recherche d'itinéraires, la consultation des horaires, le choix du mode de transport et la billettique. Ces données permettent aussi d'améliorer les conditions de trafic permettant aux fournisseurs d'adapter leur offre de transport avec une meilleure maintenance et sécurité. La transition numérique contribue aussi au développement rapide d'une économie collaborative de la mobilité par des plateformes de services qui mettent en relation directe les clients et demandeurs, facilitant le partage de véhicules avec ou sans conducteur, de vélos ou d'autres moyens de locomotion. Le véhicule connecté bénéficie aujourd'hui de technologies embarquées qui facilitent son déplacement sur des infrastructures intelligentes attribuant des

priorités aux transports collectifs, aux voitures avec plus de passagers ou aux itinéraires alternatifs. La technologie numérique est un nouvel outil indispensable à l'évolution de la mobilité, synonyme de progrès et de changements profonds pour tous les acteurs : utilisateurs de services, autorités locales, entreprises ou services de transport public. C'est dans ce contexte et celui des nombreux projets concrets conduits à l'Ifsttar sur cette thématique que s'est bâti le projet fédérateur « Mobilités et Transitions Numériques ». À ce jour, 11 laboratoires des trois départements (COSYS, TS2 et AME) ont manifesté un intérêt à participer à ce projet structuré en 3 volets : la mobilité connectée, l'étude de la mobilité à partir du numérique, les acteurs et les territoires confrontés aux opportunités offertes par le numérique. —



En savoir plus sur...

[Mobilités et Transitions Numériques](#)

Actes de Mobilités et (r)évolutions numériques

L'observation des usages et des pratiques est rendue possible par la collecte de données de façon massive. Les apports et potentiels des technologies numériques et leurs capacités à changer les lignes de la mobilité interrogent les chercheurs en sciences humaines et sociales. La revue Netcom y consacre un numéro spécial. Celui-ci illustre une partie des communications présentées lors du 15^e colloque du groupe Mobilités Spatiales, Fluidité Sociale (MSFS) de l'Association Internationale des Sociologues en Langue Française (AISLF). Intitulé « Mobilités et (r)évolutions numériques », ce colloque a eu lieu les 8 et 9 novembre 2016 à Marne-la-Vallée et était placé sous l'égide du Labex

Futurs Urbains, de la Région Île-de-France et de l'Ifsttar. Si le terme « mobilités » était compris dans une acception large faisant référence au renouvellement des approches conceptuelles et empiriques récentes de la mobilité dans les sciences sociales, les articles rassemblés s'intéressent plus spécifiquement aux déplacements, à la fois du point de vue des pratiques individuelles et des systèmes de transport sur lesquels elles se déploient.

Au total, 9 articles sont présentés dans ce numéro et explorent trois axes de réflexion. Ils ont pour objectif d'interroger les apports et potentiels innovants (ou non) des technologies numériques. Le premier s'intéresse au potentiel et aux limites des nouvelles données issues du numérique pour l'analyse de la mobilité. Les deuxième et troisième axes considèrent la façon dont des pratiques de déplacements sont transformées par le numérique. Toutefois, si le deuxième axe cible des offres nouvelles de mobilité, le troisième est plus centré sur un ensemble de pratiques. —



Illustration de couverture. Article de Cebellac, Daudé, Huraux, 2017. Figure 2 *Typology of economic activities in central Bangkok, using Google POIs.*



Voir les articles de la [Revue Netcom](#)



leslie.belton-chevallier@ifsttar.fr

Bourse européenne : projet SmartWalk, pour une géolocalisation plus précise

Le développement des systèmes de navigation a beaucoup profité des améliorations technologiques. Leur fiabilité est essentiellement due à la précision de la géolocalisation sur laquelle ils se fondent. Les piétons peuvent aujourd'hui profiter des progrès obtenus notamment en intérieur où les satellites ne sont plus accessibles, et ce grâce au projet SmartWalk. Bénéficiaire de la bourse européenne individuelle Marie Curie, ce projet a permis d'inventer de nouvelles approches de localisation afin de mesurer et d'analyser la mobilité individuelle *indoor*.

Les recherches ont produit des algorithmes de localisation des piétons avec les capteurs intégrés aux objets connectés. Le calcul se fait de façon autonome (aucune dépendance aux réseaux radio télécom terrestres) et respecte le caractère privé des traces (réglementation européenne). Un filtre d'attitude en quaternions et une modélisation

statistique multimodale des accélérations de la main ont permis d'estimer la direction de marche (différente de celle du capteur) avec une précision inférieure à 20° sur 1 km de marche. Des travaux transdisciplinaires (ingénierie, sciences cognitives et juridiques) ont expliqué pourquoi, après 10 ans de recherche, aucun navigateur universel à pied n'est adopté. Deux équipements innovants ont également été développés : ULISS et PERSY, des boîtiers autonomes d'enregistrement des signaux inertiels, satellites GNSS et magnétiques.

Les résultats de SmartWalk ont permis la collaboration du laboratoire GEOLoc du département AME avec des groupes internationaux de navigation. Ils ont aussi donné lieu à deux brevets et à de nouveaux projets sur la mobilité individuelle. —



valerie.renaudin@ifsttar.fr



Projet H2020: Roll2Rail

L'adaptation du système ferroviaire à l'automatisation, notamment en milieu ouvert, est un enjeu important et nécessite d'assurer en mode normal et dégradé des fonctions de localisation, de gestion du trafic et d'échange d'informations. Le train du futur devra offrir une meilleure fiabilité opérationnelle et une réduction des coûts de son cycle de

vie. Les sciences de l'information et de la communication restent au cœur de ces problématiques. Le projet Roll2Rail (*new dependable rolling stock for a more sustainable, intelligent and comfortable rail transport in europe*) s'inscrit dans cet objectif. Ce projet H2020 vise à révolutionner le matériel roulant ferroviaire. C'est l'un des projets phares

précurseurs de Shift2Rail pour le programme d'innovation. L'Ifsttar a contribué à l'évolution du réseau embarqué TCMS (*Train Control Management System*) filaire vers un réseau sans fil, sur la base d'un réseau *backbone* basé sur des eNodesB LTE et des points d'accès Wi-Fi dans les voitures. Des propriétés RAMS et de cybersécurité ont aussi été étudiées, en s'appuyant sur la méthode d'analyse de risque cyber IEC 62443 et sur une analyse approfondie des menaces et vulnérabilités. Les trois cas étudiés ont porté sur le Wi-Fi pour les passagers, le système de contrôle/commande d'ouverture/fermeture des portes d'une rame et le circuit de vidéo surveillance (CCTV). La contribution a aussi porté sur l'analyse des canaux de propagation *train-to-train* dans la gamme des 5.8 GHz et des 60 GHz pour des applications de couplage virtuel. —



marion.berbineau@ifsttar.fr
christophe.gransart@ifsttar.fr



— CONFÉRENCES INTERNATIONALES

Toujours dans la thématique du numérique et du Big Data, notons l'organisation par le laboratoire Cosys GRETTIA d'une session spéciale au sein de la conférence ESANN'2017 dédiée à l'intelligence artificielle (IA) et aux données massives urbaines. Sur le champ des méthodes novatrices associées aux nouvelles technologies, le laboratoire ESTAS du département COSYS a organisé la conférence internationale sur le transport ferroviaire RailLille2017. L'implication de l'Ifsttar dans l'organisation de ces événements internationaux participe à son rayonnement.

ESANN'2017

.....

Dans le cadre de cette conférence internationale, le laboratoire GRETTIA du département COSYS a organisé une session spéciale intitulée « *Processing, mining and visualizing massive urban data* ». Cette session était dédiée à la visualisation et au traitement de grandes masses de données en vue de proposer des outils d'aide à la décision dans le domaine des services de mobilité et plus largement en lien avec la ville de demain. La conférence a réuni des participants issus du

monde académique et industriel pour échanger et présenter les dernières avancées méthodologiques et applicatives dans le domaine du *Data Analytics*. —



En savoir plus sur...
[Programme de l'ESANN'2017](#)



Conférence RailLille2017

.....

L'année 2017 a été marquée par l'organisation d'un événement majeur à l'échelle internationale par le laboratoire ESTAS du département COSYS : la conférence « RailLille 2017 » du 4 au 7 avril. 7^e édition de l'IAROR (*International Association of Railway Operations Research*). Cette association allie l'expertise de la recherche ferroviaire académique et professionnelle. Elle promeut des méthodes novatrices (approches théoriques et développement technologique) qui contribuent à accroître la flexibilité, les performances et la ponctualité du système ferroviaire.

La conférence a connu un record de participation avec 212 participants provenant de 21 pays. La participation académique était majoritaire (61%) mais il convient de souligner une participation importante de représentants d'opérateurs de transport (25 %) et de consultants (13 %).

Sous la forme de cours donnés par des professeurs invités, différents thèmes ont été abordés tels que l'évaluation de la capacité, la planification des lignes, l'optimisation et la robustesse des horaires ou des roulements, la gestion opérationnelle du trafic, la prise en compte des passagers

dans la conception des plans de transport. Ils ont réuni près de 70 participants.

Un article du laboratoire ESTAS sur l'optimisation de la planification des circulations lors de chantier de maintenance de la voie a été classé premier des dix meilleurs présentés. Ces articles ont été publiés dans la revue *Computers & Operations Research*. —



En savoir plus sur...
[Conférence RailLille2017](#)



Projet FUI AWARE : des caméras pour une meilleure visibilité par tous les temps

L'automobile n'est pas en reste dans la course à l'automatisation. Celle-ci passe par différentes étapes de mise au point de technologies dans des systèmes de plus en plus sophistiqués de délégation de conduite. Le projet FUI AWARE vise à assurer la visibilité de la route par tous temps en se dotant de capteurs de plus en plus performants. Les modes de transport routier et aérien s'intéressent à une problématique commune, qui est à l'horizon 2018-2019, de disposer de fonctions d'aide capables de percevoir l'environnement et de détecter tous les mouvements de proximité, que ce soit des mobiles ou des usagers vulnérables. Cette détection doit s'opérer dans toutes les conditions météorologiques, notamment en situations dites dégradées comme la nuit, le brouillard, la neige ou la pluie. L'état de l'art des systèmes d'aide à la conduite montre que les solutions technologiques basées sur des caméras visibles, radar ou lidar répondent au besoin fonctionnel de détection dans les conditions favorables, principalement de jour. En conditions dégradées, ces solutions ont des limites et les détections sont moins fiables alors que cette fiabilité est indispensable en termes de sécurité.

L'utilité de combiner caméra couleurs et caméra infrarouge thermique pour mieux détecter les obstacles (véhicules, piétons, animaux) en conditions météorologiques dégradées a été démontrée, grâce à plusieurs séries d'acquisitions vidéo dans diverses conditions réalisées au

col de la Fageole, dans le tunnel à brouillard du Cerema à Clermont-Ferrand, sur routes ouvertes en Île-de-France. Des données vidéo de synthèse ont aussi été exploitées. Différents types de traitement des flux vidéo développés pour le visible, et utiles aux aides à la conduite, ont été évalués et parfois adaptés par différents partenaires du projet pour fonctionner sur les images infrarouges thermiques.

Un brevet sur le travail réalisé par le laboratoire LEPSIS du département COSYS dans le cadre du projet est en cours d'étude.

Le véhicule autonome, que ce soit pour le transport des personnes ou des marchandises, va se développer dans les années à venir et ouvrir de nouvelles formes de mobilité : la robomobilité.

La multiplicité des enjeux industriels, économiques, sociétaux, environnementaux, éthiques liés au développement et déploiement de la robomobilité, leur simultanéité et le fait qu'ils impactent aussi bien la vie quotidienne des individus, les stratégies des entreprises, l'équilibre des territoires et les enjeux de gouvernance poussent à s'y intéresser dès à présent et à définir des règles pour que les droits et la sécurité des usagers des transports soient respectés. C'est l'objectif de l'atelier prospectif sur la robomobilité piloté par la mission des transports intelligents de la DGITM. —



jean-philippe.tarel@ifsttar.fr

Vision 2016 - *International Conference Night Drive Tests and Exhibition*, 7p, 2016. "All-weather vision for automotive safety: which spectral band?"



VIS

NIR

SWIR



Consortium AWARE :

- Valéo, secteur automobile,
- Safran-Sagem, aéronautique et architecture système,
- Lac, optimisation des coûts,
- CEA-Leti Ulis, technologies de détection et des capteurs,
- Oktal et Oktal SE, technologies de simulation,
- Nexyad, traitement du signal,
- Ifsttar et Cerema, caractérisation des conditions dégradées par caméras et par essais terrains.



Atelier prospectif robomobilité

Initié par le ministère de la Transition écologique et solidaire, l'atelier prospectif a pour but de s'emparer de la « robomobilité » avec une focale large, interdisciplinaire, trans-sectorielle, en suivant une approche systémique qui s'articulera autour de trois axes : l'évolution de la société et des modes de vie, les changements dans les territoires et les transformations des mobilités.

C'est dans ce cadre que l'Ifsttar, qui fait partie des fondateurs de la démarche, initie des recherches. L'Atelier met en place des processus

de collaboration productifs qui alimenteront des rendez-vous périodiques. Une première manifestation a eu lieu le 2 mai 2017. Elle a permis de jeter les premières bases d'un travail collectif qui s'inscrit dans la durée. —



En savoir plus sur...

[L'atelier prospectif sur la vie Robomobile](#)

— SÉCURITÉ ROUTIÈRE ET CONSÉQUENCES HUMAINES DE L'ACCIDENT

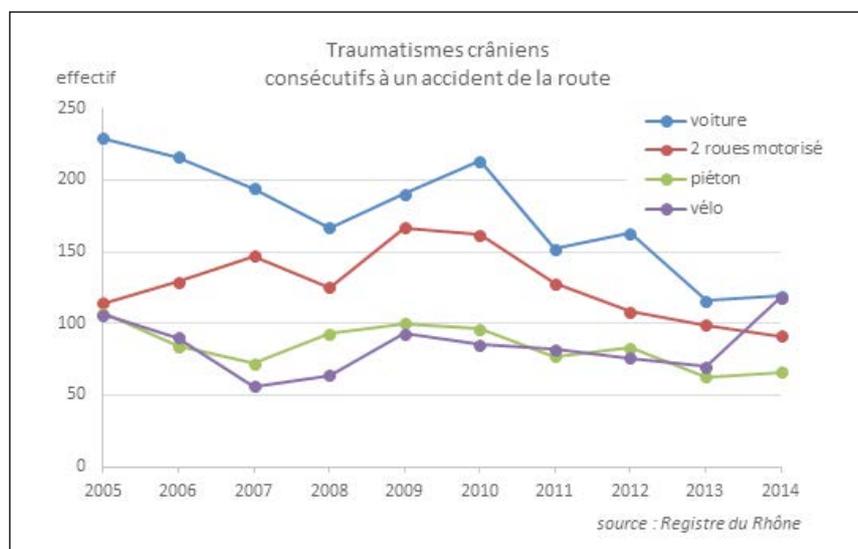
Même si l'automatisation de la conduite peut, à terme, réduire les accidents liés à des comportements non adaptés des conducteurs, le chemin est encore long. Les signes de remontée de l'insécurité routière nécessitent de prolonger l'étude fine des causes d'accident et l'analyse des mécanismes lésionnels. Les données sont là encore essentielles pour évaluer les situations et élaborer des solutions. Le Registre du Rhône, créé en 1995, reste encore aujourd'hui un formidable outil au service de la recherche pour assurer le suivi des traumatisés de la route et mieux comprendre le lien entre accidents et traumatismes, comme cela a été recherché dans l'analyse des traumatismes cranio-encéphaliques.

L'analyse des traumatismes craniocéphaliques

Les traumatismes crâniens (TC) représentent l'une des principales causes de décès ou de handicap dans les pays industrialisés. Les accidents de la route sont responsables d'un tiers des traumatismes crâniens toutes gravités confondues (Scholten, 2014) et cette proportion s'élève à la moitié pour les traumatismes crâniens graves (Masson, 2001). La fréquence et la gravité de ces traumatismes ont incité Santé publique

France à s'y intéresser et à financer une étude visant à mieux décrire les blessures consécutives aux traumatismes crâniens. Grâce au Registre du Rhône des victimes d'accidents de la circulation routière, mis en place par l'UMRESTTE en 1995, cette étude a pu être menée sur la seule base de données française permettant de disposer d'une description lésionnelle fine quelle que soit la gravité du traumatisme. L'objectif était de dresser un

bilan des analyses déjà réalisées sur le Registre et de décrire les victimes de traumatismes crâniens en termes de fréquences, d'incidences, de caractéristiques démographiques, de circonstances, de nature et de gravité des blessures. Parmi les 80 542 victimes enregistrées sur 2005-2014, le Registre a dénombré 4913 traumatismes crâniens. L'incidence moyenne annuelle était de 28,5/100 000 habitants, supérieure chez les hommes (43/100 000 contre 15/100 000 femmes). Les traumatisés crâniens étaient principalement automobilistes (36%) puis usagers de deux-roues motorisés (24%), piétons (17%) et cyclistes (17%). Si les traumatismes crâniens des automobilistes ont diminué de moitié depuis 2005, des efforts restent à faire pour les usagers vulnérables. Un rapport a été adressé à Santé publique France et un poster a été accepté au Congrès EuroEpi2018 qui se tiendra à Lyon du 4 au 6 juillet.

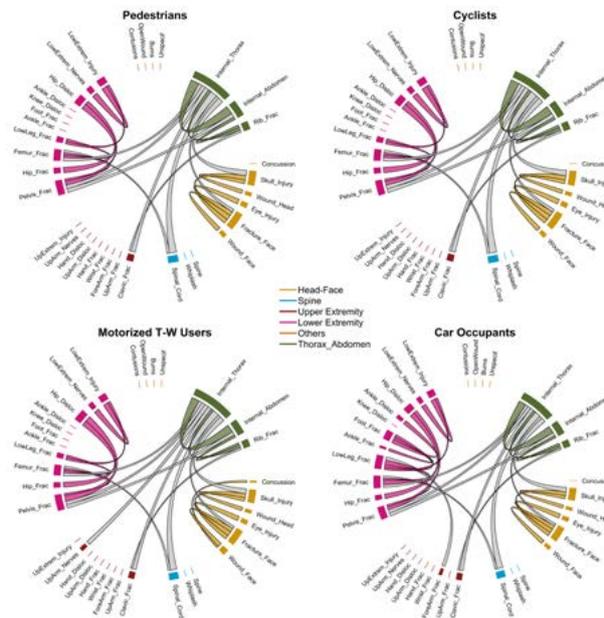


Évolution du nombre de traumatisés crâniens recensés annuellement dans le registre du Rhône selon le mode de transport utilisé.

 blandine.gadegbeku@ifsttar.fr
amina.ndiaye@ifsttar.fr

DALVAR : description des Associations entre Lésions chez les Victimes d'Accidents de la Route

En 2017, une seconde exploitation des données du Registre du Rhône a permis de s'intéresser aux lésions subies par les victimes d'accidents de la route. Lorsque les secours arrivent sur les lieux de l'accident, il est important pour eux d'évaluer le plus précisément possible la gravité des lésions subies par chacune des victimes afin d'améliorer leur prise en charge et les orienter vers des services hospitaliers adaptés. Il a été démontré que les profils d'association de lésions sont différents selon les types d'usagers concernés (cycliste, automobiliste, motard ou piéton). Ceci permet à travers l'initiative ciblée DALVAR de préciser certaines consignes de prise en charge des blessés. Le diagnostic des lésions subies par les victimes d'un accident est délicat car les traumatismes sont le plus souvent fermés (par opposition aux traumatismes subis par les personnes agressées à l'arme blanche par exemple), notamment lorsque des organes internes sont touchés. On



peut alors chercher à prédire leur présence en fonction notamment d'autres lésions subies. Une manière d'aborder cette question est de décrire les associations entre les différentes lésions chez ces victimes. Ces associations peuvent varier en fonction des circonstances de l'accident, et notamment du type d'usager (automobiliste, piéton, cycliste, etc.). Ainsi, pour étudier les associations entre lésions chez les victimes d'accident de la circulation, il semble assez naturel de considérer la population des victimes comme un ensemble de strates définies par les circonstances de l'accident. L'initiative ciblée DALVAR a permis d'estimer simultanément

plusieurs modèles graphiques, décrivant chacun les relations d'indépendances conditionnelles parmi un ensemble de variables, sur une strate particulière. Des résultats préliminaires obtenus à l'aide des données du Registre du Rhône ont permis d'étudier les profils d'associations entre lésions chez des victimes d'accident de la circulation, en fonction du type d'usager : cycliste (vélo), automobiliste (voit), motard (moto) et piéton (piet).

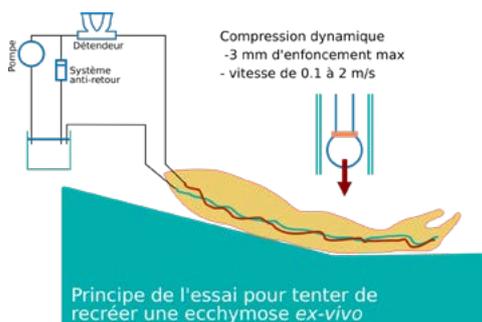
 jean-louis.martin@ifsttar.fr

CHUT : mieux comprendre les lésions de la peau pour proposer des aménagements dans la conception des habitacles

Comme on a pu le voir dans les travaux précédents, la qualification des conséquences d'un accident en termes de lésions est très utile. Dans ce même objectif, l'initiative ciblée « CHUT :

Caractérisation des Hématomes chez les Usagers des Transports » vise à quantifier les efforts qui sont susceptibles de faire apparaître des ecchymoses ou de générer des hématomes. Elle s'appuie pour cela sur un modèle numérique de la peau. Ces travaux sont menés en vue de développer un outil de prédiction des risques lésionnels pour les blessures légères. CHUT a été portée par le Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs du département TS2 sur la période 2016-2017. L'équipe de recherche se composait de K. Bruyère (DR), M.-C. Chevalier (IR), S. Nicolle (MCF) et M. Ottenio (MCF). Leur objectif : initier des recherches permettant, à terme, de développer un outil de prédiction de risques lésionnels pour les blessures légères, type ecchymoses. À ce jour, aucun outil fiable ne permet de prédire ce type de blessures. Or, ces lésions peuvent être fréquentes chez les usagers des modes de transports doux. Pour déterminer les critères mécaniques justes suffisants à l'apparition

d'ecchymoses, un protocole expérimental de compression dynamique a été imaginé sur membre supérieur *ex vivo*. Une « revascularisation » de l'organe, condition sans laquelle aucune ecchymose ne pourra survenir, a alors été tentée mais n'est pas totalement maîtrisée. Une mise en pression statique est pour l'heure la solution retenue. En parallèle de cette approche expérimentale, un modèle de peau numérique multicouche (derme et hypoderme) avec capillaires a été développé pour simuler localement ce qui se passe lors d'un impact sur cette zone et ainsi déterminer les contraintes/déformations maximales engendrées sur les parois des capillaires. Une campagne de caractérisation mécanique des capillaires isolés est désormais souhaitable pour connaître leur limite à rupture.



Schématisme du principe des essais de compression dynamique sur membre supérieur.

 melanie.ottenio@ifsttar.fr

— LE DÉVELOPPEMENT DE SERVICES ET LEURS USAGES

Le numérique a eu un fort impact sur l'écosystème de la mobilité. De nouveaux partenariats de recherche et d'expertise avec des start-up innovantes ont vu le jour et sont amenés à se développer. L'exemple des travaux menés entre l'Ifsttar et la start-up Karos (covoiturage courte distance) illustre bien ce nouveau type de collaboration.

KAROS : comprendre les usages pour optimiser une application de covoiturage intelligent

La start-up Karos développe un service de covoiturage prédictif basé sur l'utilisation de techniques de *machine learning* pour l'apprentissage automatique des habitudes spatio-temporelles de déplacement des conducteurs et des passagers. L'ensemble des déplacements d'un utilisateur est utilisé pour construire un modèle prédictif en vue d'estimer les trajets futurs et de proposer des opportunités de covoiturage. À partir de l'utilisation d'un ensemble de méthodologies, la démarche de recherche visait à étudier la manière dont le service proposé par Karos pouvait rencontrer les usages réels des pendulaires. Plus précisément, l'analyse des traces d'usage a été utilisée pour étudier les mises en relations effectuées, comparer les mises en relations fructueuses et

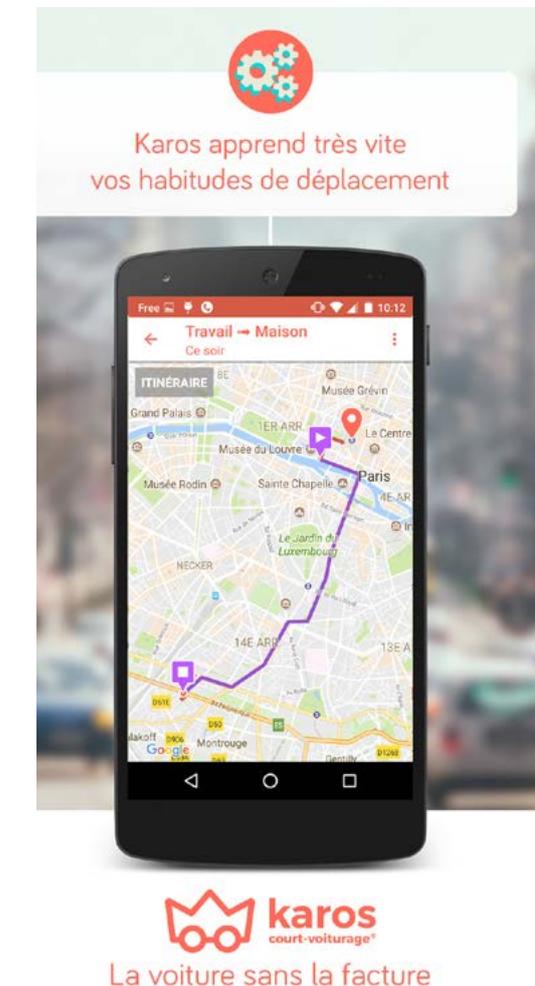
infructueuses pour en déduire les facteurs de réussite. Vingt-deux entretiens approfondis ont également été menés avec des covoitureurs. Ils ont permis d'identifier les freins et leviers à l'usage. L'ensemble des résultats a été traduit en évolutions pour l'application Karos. Les résultats ont, par exemple, mis en évidence le rôle de la messagerie instantanée sur la transformation d'une simple opportunité de covoiturage en covoiturage effectif ou encore l'importance de proposer des opportunités respectant à la lettre l'itinéraire habituel utilisé par les futurs covoitureurs. —

 sonia.adele@ifsttar.fr

L'Institut encourage également la création de start-up par les chercheurs. Cela constitue un atout majeur avec, à la clé, la création d'emplois par transfert de technologie. À ce sujet, on peut citer l'exemple de la start-up Stanley Robotics créée par des chercheurs de l'Ifsttar en 2015. Développant des services de robot voiturier, celle-ci a recruté 32 personnes depuis 2016.

La start-up Altaroad

En 2017, le projet de route intelligente à partir des nano-capteurs brevetés NANOASPHALT (porté par Bérengère Lebental) s'est concrétisé par la création de la start-up Altaroad, désormais incubée chez AGORANOV à Paris et dotée d'une équipe de 4 experts à plein temps sur le projet. La start-up suit une approche « *lean* », en co-crédation avec ses premiers clients, qui lui permet d'optimiser à la fois sa technologie, ses algorithmes et ses méthodes de mise en œuvre pour créer



 berengere.lebental@ifsttar.fr



Livraisons instantanées

La mobilité des biens est également un enjeu majeur. On notera les travaux de recherche menés à l'Ifsttar sur la logistique urbaine en lien avec le nouveau service de mobilité logistique en ville : les « livraisons instantanées ». La constitution d'une grille d'interview auprès de livreurs a été financée par le projet fédérateur mobilités et transitions numériques.

SPLOTT étudie le fonctionnement des nouveaux services de mobilité logistique en ville caractérisés par des livraisons quasi-instantanées. On peut définir ces dernières comme des services urbains de livraison à domicile en moins de deux heures après la commande, connectant au moyen d'applications de smartphones des auto-entrepreneurs à vélo, des restaurants ou

des expéditeurs de colis et des consommateurs. Après une première enquête réalisée en décembre 2016, une seconde a été menée de janvier à mars 2018. Il s'agit de l'administration face à face ou par téléphone d'un questionnaire de 38 questions portant sur la situation personnelle (âge, diplôme, lieu d'habitation...), la situation de travail (type de plateforme pour laquelle le coursier travaille, durée du travail, rémunérations, etc.) et les conditions de travail et les difficultés dans l'exercice des missions. Le bureau d'études 6T a été mandaté pour assister à l'élaboration et la réalisation de l'enquête. —



laetitia.dablanc@ifsttar.fr

B+R : favoriser le rabattement à vélo vers les gares

Le numérique ne doit pas non plus faire oublier que la mobilité reste un enjeu de déplacement physique. Les modes actifs, dont le vélo en rabattement vers les gares, présentent un intérêt pour la mobilité. L'expertise de l'Ifsttar a là aussi été recherchée au travers du projet B+R portant sur le rabattement à vélo avec stationnement en gare. Afin de désengorger les parkings relais dans les gares (P+R) et pour attirer de nouveaux voyageurs, SNCF Mobilité souhaite développer le rabattement à vélo avec stationnement en gare, qu'on désigne par « B+R » pour *Bike and Ride* ou *Bicyclette Relais*.

De nombreux programmes ont déjà été menés dans ce sens dans plusieurs régions de France, souvent avec succès. L'objectif du projet « B+R » était de s'appuyer sur les dynamiques en cours et sur les connaissances disponibles pour réaliser des outils argumentaires et méthodologiques à destination des personnes de SNCF Mobilité amenées à déployer le B+R en région.

Côté argumentaire, on sait par exemple qu'amener un voyageur régulier à passer de la voiture au vélo pour se rendre à la gare représente un gain socioéconomique d'environ 2000 euros (projet Predit VERT, Ifsttar 2015), ou encore qu'un nouvel

abonné TER se gagne toutes les 5 à 8 places de stationnement vélo construites (étude ADEME, 2016).

La conduite du projet « B+R » a été confiée par SNCF au cabinet de conseil *Sustainable Mobilities* qui a fait appel à l'expertise de l'Ifsttar pour proposer aux porteurs de projets B+R chez SNCF :

- > une méthode pour aborder le B+R en interne ;
- > des supports pour convaincre à leur tour les responsables concernés des régions et des collectivités locales (volets argumentaires et clés du succès) ;
- > des outils pour qualifier le besoin, estimer le potentiel, prioriser les gares à l'échelle régionale et dimensionner le matériel. —



sophie.midenet@ifsttar.fr



Transpolis

Expérimenter en grandeur réelle des solutions innovantes pour une nouvelle mobilité urbaine : telle est l'ambition de l'équipement majeur Transpolis qui prend corps sur le terrain. Après 9 années de gestation, cette plateforme commence à se dessiner quand on prend un peu de hauteur. On distingue aujourd'hui les contours du quartier de ville appelé Système Urbain autour de sa quarantaine de bâtiments ainsi que les deux pistes et les trois zones de choc du sous-ensemble Sûreté Sécurité, et, entre les deux, les courbes et carrefours de la zone Architecture et Confort. Les bâtiments à l'entrée de la plateforme sont sortis de terre avec le long ensemble d'accueil où

l'entreprise Transpolis installera ses bureaux aux côtés d'un espace dédié à l'Ifsttar et à l'accueil des visiteurs, et la structure métallique de l'atelier où seront préparés les véhicules pour que les essais prennent forme.

Vu du ciel, il est désormais possible de comprendre que cette plateforme de 80 hectares, longue de 1200 m pour 900 m de large, permettra une approche systémique des sujets à traiter avec la possibilité pour des équipes de recherche ou de développement industriel de disposer sur un même lieu de toutes les facilités et ressources habituellement disséminées sur plusieurs sites. On distingue un peu partout les ébauches de

voies qui serviront d'espace de travail aux chercheurs ou aux ingénieurs de start-up et autres PME pour peaufiner leurs études de cas ou mettre la dernière main au développement de leurs innovations.

Creuset d'innovations, espace de recherche sur les transports en milieu urbain, lieu de tests à l'échelle un ou encore installation de certification pour les dispositifs de retenue routiers par exemple, la plateforme des Fromentaux de Transpolis va enfin prendre sa place dans le paysage scientifique international pour répondre aux attentes de ses concepteurs et de tous ceux qui les rejoindront. —

Les données comme l'innovation sont au cœur des recherches de l'axe 1. De nouvelles attentes sociales se font ressentir, soutenues par les nouvelles technologies et les nouveaux services qu'elles permettent de déployer. Cependant, elles ne doivent pas faire oublier les questions de sécurité et d'égalité sociale dont l'Ifsttar se préoccupe.

AXE 2

AMÉLIORER
L'EFFICIENCE ET
LA RÉSILIENCE DES
INFRASTRUCTURES

L'amélioration de l'efficacité et de la résilience des infrastructures passe par de nouveaux défis scientifiques liés à l'adaptation au changement climatique et des réponses aux transitions énergétique, écologique et numérique.

En continuité du précédent COP, ce 2^e axe vise à apporter des réponses concrètes aux problèmes de maintenance, de fiabilité et de durabilité posés par des infrastructures vieillissantes. À titre d'exemple, l'attribution du prix du Cerema pour l'opération « poutre VIPP de Clerval » traduit la reconnaissance de la qualité de l'intervention de l'Ifsttar au service de l'analyse et de la qualification d'une méthode de réparation pour un type répandu d'ouvrages dont le vieillissement est critique sur le réseau routier et autoroutier national. Fin 2017, la conclusion de plusieurs thèses portant sur la durabilité des matériaux cimentaires traditionnels ou innovants et sur le diagnostic des bétons armés a permis des progrès sensibles dans les méthodes d'évaluation des ouvrages, d'optimisation de la maintenance, et dans la prévention des dégradations. Ces travaux contribuent à la révision générale des normes aux niveaux français et européen.

La mise en œuvre d'une économie circulaire de la construction et d'une gestion durable des ressources naturelles passe par l'utilisation de matériaux issus du recyclage et de biomatériaux ainsi que par l'amélioration des techniques d'analyse de cycles de vie (ACV). Dans le cadre de la loi de Transition énergétique, une convention avec la DRI du MTES a été signée en 2017 pour piloter le projet FastCarb accompagné par l'IREX. Ce projet regroupe une vingtaine de partenaires institutionnels, industriels et des organismes de recherche. Son objectif : utiliser les granulats de béton recyclé comme puits de carbone afin de diminuer l'impact CO₂ des bétons, d'améliorer leur recyclage et d'augmenter leur taux d'incorporation dans les bétons.

2017 a également été marquée par la mise en place de projets de recherches sur les thèmes émergents tels que la transition numérique de l'infrastructure et l'impact du changement climatique sur les ouvrages d'art et les infrastructures de transport. Ainsi, on notera le lancement de projets européens H2020 d'envergure tels qu'ENSEMBLE, dont un WP piloté par l'Ifsttar étudiera les impacts du *platooning* sur les infrastructures, l'écoulement du trafic, la sécurité routière et l'organisation logistique ; et PANOPTIS pour la surveillance et la maintenance des infrastructures de transport par des modèles numériques représentatifs calibrés par des mesures de surveillance, notamment par drones. Ce projet intègre aussi un volet d'adaptation aux effets du changement climatique. —

— ADAPTER LES INFRASTRUCTURES

Une grande partie des recherches abouties en 2017 s'inscrivent dans l'objectif d'adapter au meilleur coût les infrastructures au changement climatique et aux nouvelles exigences d'exploitation et d'entretien, par une meilleure connaissance des mécanismes de vieillissement des ouvrages et le développement de méthodes améliorées de surveillance, d'évaluation et de maintenance.

SUP&R ITN : un projet international pour prolonger la durée de vie des infrastructures

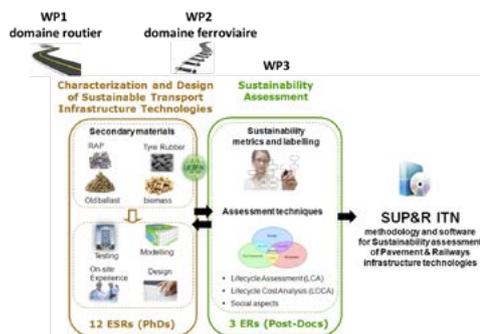
Projet européen, SUP&R ITN a contribué à développer des innovations destinées à prolonger la durée de vie des infrastructures sans diminuer leur fiabilité structurelle. Clos en 2017, il a permis

à l'Ifsttar d'accueillir 3 doctorants et de produire 6 publications et un logiciel sur les applications routières et ferroviaires.

Coordonné par l'Université de Nottingham (UNOTT), SUP&R ITN (*The Sustainable Pavements & Railways Initial Training Network*) a été déposé en 2013 en réponse à l'appel à projet FP7 PEOPLE ITN. Il a permis le recrutement de 13 doctorants et 3 post-docs sur des thématiques liées à la conception, la construction, l'entretien, la durabilité et l'évaluation environnementale des infrastructures routières et ferroviaires. Les principaux partenaires associés à l'UNOTT étaient les Universités de Palerme, de Dublin, de Huelva et de Grenade, et les industriels SACYR, REPSOL, Irish Rail et URS. L'Ifsttar est intervenu sur la partie routière avec un doctorant sur le thème de la durabilité des enrobés à basse température intégrant des recyclés (MAST/MIT) et sur la partie évaluation environnementale avec un chercheur postdoctoral sur les outils d'analyse du cycle de

vie (AME/EASE). Le budget total du projet était de 4 M€ avec un financement de 0,50 M€ pour l'Ifsttar. Le laboratoire MAST/MIT a aussi accueilli temporairement 3 doctorants sur la résistance à la fissuration des enrobés aux liants végétaux, les liants pour enrobés tièdes et la modélisation d'enrobés caoutchouc pour des applications ferroviaires. Lancé en octobre 2013, le projet s'est terminé en octobre 2017.

Le bilan provisoire de la production comprend 50 publications dont 6 de l'Ifsttar et un logiciel d'évaluation environnementale (SUP&R ITN MCDA Tool), accessibles sur le [site du projet](#).



Structure et thématique du projet SUP&R ITN.

© SUP&R ITN



En savoir plus sur...
SUP&R ITN

paul.marsac@ifsttar.fr

DEDIR : du Dimensionnement à l'Entretien Durable des Infrastructures Routières

La collaboration structurante de recherche DEDIR (Ifsttar/Cerema) a contribué au développement de nouvelles méthodes d'instrumentation et d'auscultation à grand rendement, indispensables pour améliorer les diagnostics et la maintenance raisonnée du réseau routier.

Co-animée par l'Ifsttar et le Cerema, DEDIR visait à optimiser les moyens consacrés à l'entretien et à la préservation du patrimoine routier. Articulée autour de sept sujets, cette opération de recherche couvrant un large spectre a débouché sur différentes formes de livrables : modèles, méthodologies, logiciels, démonstrateurs, articles. De nouveaux modèles de prédiction de l'endommagement des chaussées (fissuration) ont été développés, tout en investiguant dans de nouvelles méthodes d'auscultation et de diagnostic

des structures de chaussées. Des appareils d'auscultation de surface, plus simples et plus modernes ont aussi été développés et intéressent fortement la profession routière. Accompagnés de nouveaux logiciels d'exploitation et de gestion de base de données, la gestion des réseaux s'en trouve facilitée. Côté renforcement des chaussées, l'utilisation de géo-grilles dans les structures a été testée et évaluée sur le manège de fatigue. Une meilleure caractérisation du trafic poids lourds et de son impact sur les chaussées a aussi été menée.

Ces nouvelles méthodes et les logiciels associés ont été présentés le 17 mai 2018 sur le site de Nantes de l'Ifsttar. Certaines actions seront poursuivies dans le cadre de différents projets ou collaborations comme le projet national DVDC



(durée de vie des chaussées) ou diverses conventions avec la profession routière (gestionnaires, entreprises...).

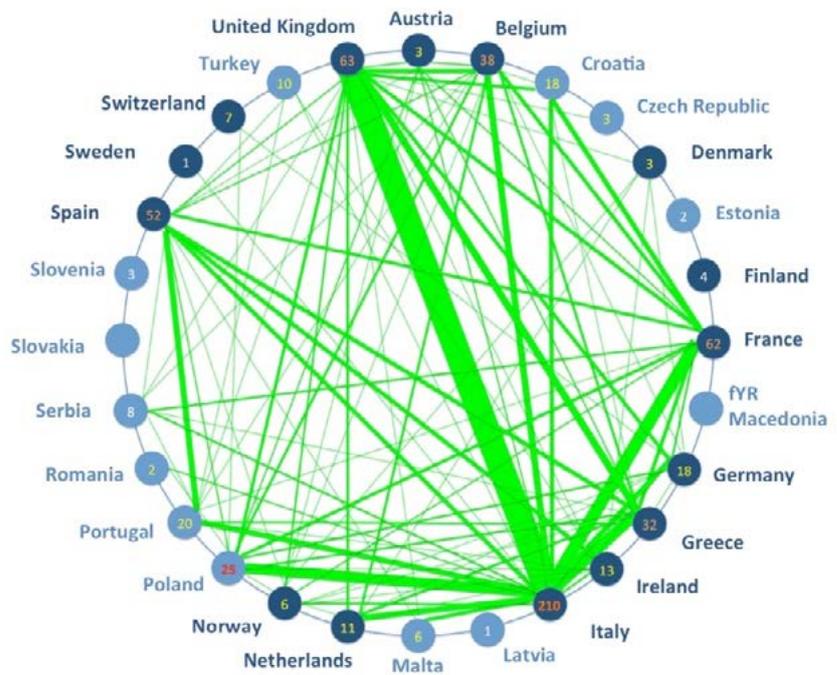
jean-marc.martin@ifsttar.fr
juliette.blanc@ifsttar.fr

COST-GPR TU 1208: techniques radar géophysique-ou de structure-(GPR) en génie civil

Le diagnostic des infrastructures vieillissantes et le développement de méthodes innovantes pour leur auscultation étaient au cœur des recherches menées avec le soutien de la Commission européenne dans le cadre de l'action COST GPR TU 1208. Cette action a porté sur l'échange de connaissances scientifiques et techniques de la technique radar géophysique – ou de structure – (GPR) appliquée aux problématiques de génie civil (GC). L'action visait à établir et à renforcer des liens actifs entre les universités, les instituts de recherche et l'industrie travaillant dans le domaine du GPR. Elle a réuni environ 150 institutions issues de 28 pays membres.

L'action est découpée en 4 axes dédiés à :

- > l'instrumentation radar,
- > les applications de GC,
- > la modélisation et le traitement et l'inversion de signaux radar,
- > la complémentarité des techniques d'auscultation non destructives en GC.



Contributions (articles, communications, livres) des pays membres de l'action COST TU1208.

© Lara Pajewski, coordinatrice du COST TU1208

Les contributions et productions sont nombreuses : 16 formations, 38 missions scientifiques courtes, 2 livres, 4 guides, 1 catalogue, 125 articles dans des revues scientifiques à relecture et 472 communications dans des congrès internationaux. L'action a également conduit à la création d'une association (TU1208 GPR association, <http://gpradar.eu/tu1208>) et d'un journal scientifique (*Ground Penetrating Radar* - ISSN : 2533-3100).

L'Ifsttar a été impliqué dans cette action à travers la participation de trois chercheurs, dont X. Derobert, qui a co-animé l'axe 2 du COST et la rédaction de 3 guides techniques portant sur la détection des réseaux enterrés en site urbain, l'auscultation des structures de chaussées souples et l'évaluation des structures en béton par technique radar. —



xavier.derobert@ifsttar.fr

L'opération « poutre VIPP de Clerval »

Dans le domaine des ouvrages d'art, le prix du Cerema a été attribué à l'opération « poutre VIPP de Clerval » sur l'analyse et la qualification d'une méthode de réparation efficace pour un type répandu d'ouvrages dont le vieillissement est critique.

Plusieurs thèses sur la durabilité des matériaux cimentaires, traditionnels ou innovants, et sur le diagnostic électrochimique et mécanique des bétons armés apportent des progrès sensibles

pour l'évaluation des ouvrages en béton armé et de leurs armatures vis-à-vis de la corrosion et pour l'optimisation de leur maintenance. Les nouvelles méthodes de prévention des dégradations sont valorisées dans les normes françaises et européennes, et dans des recommandations éditées en 2017 pour éviter la réaction sulfatique interne dans les bétons, avec un nouvel essai de performance vis-à-vis de l'attaque par l'hydrogène sulfureux dans les ouvrages d'assainissement. —

— DÉVELOPPER L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

L'Ifsttar contribue au développement d'une économie circulaire de la construction en proposant des matériaux alternatifs, innovants ou issus du recyclage, notamment avec la revalorisation des matériaux de déconstruction et la valorisation des sols en place, notamment les sols urbains. Quatre projets ont abouti en 2017 sur ces thématiques: BioRePavation, RECYBETON, Valorisation des sols urbains en techniques routières et Terra-Nova.

Projet BioRePavation (1^{er} novembre 2015–30 avril 2018)

.....

BioRePavation proposait de rendre les chaussées plus vertueuses d'un point de vue environnemental. L'idée développée était d'utiliser des liants « biosourcés » tout en réemployant à fort taux les matériaux extraits des routes usagées. BioRePavation a été piloté par l'Ifsttar et a rassemblé 6 partenaires industriels et de recherche publique européens et américains. Le projet a bénéficié d'un financement européen de 1,3 millions d'euros.

Trois solutions innovantes à base de matériaux biosourcés et d'enrobés recyclés (50 %) ont ainsi été expérimentées. Certaines étaient proches de la mise sur le marché, d'autres plus amont. L'évaluation a été réalisée principalement au travers d'un essai en vrai grandeur grâce au manège de fatigue

des chaussées de l'Ifsttar. Ce grand équipement permet de reproduire 10 ans de trafic poids lourds en un mois. Les chaussées expérimentales ont été instrumentées à l'aide de nombreux capteurs pour suivre leur comportement : déformations, températures, humidité... Une analyse de cycle de vie et des mesures d'émission de fumées en laboratoire ont également été réalisées.

Les résultats de cet essai en vraie grandeur sont exceptionnels. Après 30 mois de travail collectif à formuler les matériaux, dimensionner les structures et appliquer plus d'un million de chargements, il est prouvé que le concept proposé est non seulement industriellement réalisable mais donne aussi accès à des matériaux très durables. En effet, les enrobés innovants de BioRePavation



se comportent mieux que le meilleur des matériaux utilisés en Europe (EME2) après l'équivalent de 1,9 millions de chargements d'essieux français de référence (chargés à 130 kN). Certaines sections n'ont d'ailleurs pas encore montré d'endommagement, ce qui va conduire l'Ifsttar à poursuivre les chargements au-delà des 1,9 millions. —



emmanuel.chailleux@ifsttar.fr



Test comparatif sur le manège de fatigue de chaussées constituées de EME2 et de 3 solutions innovantes à base de matériaux biosourcés et d'enrobés recyclés.

© E. Chailleux / Ifsttar-MAST-MIT



Projet National RECYBETON : le recyclage des bétons

.....



Visant à développer le recyclage du béton en analysant la compatibilité des produits constitutifs et à favoriser leur utilisation sur chantier, le Projet National RECYBETON a été finalisé. Avec la participation de 43 partenaires et un budget de 4,8 M€, ce projet porté par l'IREX et soutenu par le MTES a eu comme objectifs l'utilisation de l'intégralité des granulats issus des bétons de déconstruction, y compris la fraction de fine, comme constituants de nouveaux bétons, et donc *in fine* le recyclage de la totalité des matériaux issus de la déconstruction comme matière première dans la production des ciments. À travers les laboratoires MIT et GPEM du département MAST, l'Ifsttar a été particulièrement actif sur ce projet d'envergure, tant sur les procédés de recyclage que sur la qualification des bétons obtenus. Les recherches associées à RECYBETON ont été déployées dans l'ANR ECOREB (ECOconstruction pour le Recyclage du

béton) à travers 3 thèmes : l'eau et les matériaux recyclés, l'étude du comportement mécanique des matériaux issus du recyclage et leur durabilité. Une journée de restitution des résultats du Projet National a eu lieu le 9 mars 2017 et les résultats scientifiques seront présentés lors du colloque « 4th International Conference Progress of recycling in built Environment » les 11 et 12 octobre 2018 à Lisbonne ainsi qu'au cours de la journée ECOREB du 15 mai 2018. —



lauredan.leguen@ifsttar.fr
bogdan.cazagiu@ifsttar.fr



En savoir plus sur...
[Projet National RECYBETON](#)

Valorisation des sols urbains en techniques routières

.....

Financé par la FNTP (collaboration Eiffage et RAZEL BEC), un projet sur la valorisation des sols urbains s'est achevé en 2017 avec la soutenance de la thèse de Katia Bellagh (Ifsttar/ESITC). Une méthode de caractérisation, inspirée de la méthode de tri appliquée aux granulats, a été proposée en complément de la panoplie d'essais géotechniques et respectant l'environnement, pour décrire les propriétés communes de ces sols. Ces conclusions opérationnelles contribueront à la rédaction d'un guide technique de réemploi des terres excavées faiblement polluées couvrant à la fois les exigences géotechniques et environnementales (méthodologie de réemploi et aide à la définition de seuils adaptés). Deux sols urbains de la région parisienne, avec des historiques variés

et des lieux de prélèvements éloignés, ont été comparés et se sont avérés étonnamment similaires par leur classe géotechnique, leur nature minéralogique ou leur composition chimique. Les travaux ont montré également que les polluants présents dans les sols urbains testés n'affectent que peu ou pas le comportement géotechnique du sol. Les sols ont été jugés comme acceptables en remblais ou en couche de forme du point de vue des performances mécaniques ou des tests d'aptitude au traitement à la chaux (1%) ou aux liants hydrauliques (5%). De plus, la concentration des métaux lourds présents dans les sols testés n'est pas négligeable. Cependant, ces métaux lourds, essentiellement contenus dans les scories magnétiques, sont peu solubles

donc peu présents en solution contrairement aux sulfates (associés au déchet de gypse). Les sulfates avec les fluorures F et l'antimoine Sb (et la fraction soluble) s'avèrent les éléments bloquants du point de vue environnemental pour une réutilisation des sols. Enfin, les tests de lixiviation, de percolation ou d'immersion sur monolithe ont révélé que le traitement à la chaux ou aux liants hydrauliques impacte le relargage des polluants contenus dans le sol (certains éléments semblent stabilisés alors que d'autres sont relâchés en plus grande quantité). —



myriam.duc@ifsttar.fr
thomas.lenoir@ifsttar.fr

Enfin, des recherches conjointes entre l'Ifsttar et le Cerema ont permis d'explorer des pistes pour la valorisation de nouveaux matériaux et l'amélioration des techniques de construction, à la fois dans le domaine du terrassement et celui du bâtiment.

Terra-Nova : valorisation de nouveaux matériaux et amélioration des techniques de construction dans les domaines du terrassement et du bâtiment

.....

Les résultats de l'ex-ORSI Terra-Nova, collaboration structurante de recherche conjointe entre l'Ifsttar et le Cerema, permettent une meilleure valorisation pratique des matériaux locaux marginaux (sols trop secs, sédiments de dragage, matériaux de démolition, sols urbains faiblement pollués ou en limite de spécification), et encouragent leur réemploi dans des domaines aujourd'hui limités en définissant les règles adaptées, le cadre et les modalités d'analyse.

En matière d'ouvrages, l'opération de recherche Terra-Nova complète les règles de l'art de conception existantes et édicte certaines règles de dimensionnement dans le domaine des constructions en terre suivantes :

- > les talus des remblais,
- > les remblais contigus aux ouvrages d'art,
- > les plateformes d'infrastructures en général,
- > l'adaptation des techniques de terrassement aux conditions climatiques extrêmes,

> la construction en terre pour les bâtiments,
> les sols urbains.

La journée de restitution des résultats a eu lieu le 28 mai 2018 sur le site de Nantes de l'Ifsttar. —



thierry.dubreucq@ifsttar.fr



Mur en bauge réalisé à l'aide d'un malaxeur qui réduit la teneur en eau de fabrication et accélère le procédé.

© Erwan Hamard / Ifsttar-MAST-GPEM

— NOUVELLES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT ET DE PRODUCTION D'ÉNERGIE

Face aux enjeux des nouvelles mobilités, des innovations émergent sur les infrastructures de transport et de production et stockage d'énergie. Avec le soutien de la Commission Européenne, de la CEDR et du FEHRL, une feuille de route sur l'avenir des infrastructures de transport a été développée dans le cadre du projet FORx4 (Forever Open Road, Rail, River and Runway), et plus précisément dans les projets FOX et USE-IT, portant une vision de la construction et de l'adaptation de ces infrastructures à la mobilité du futur, à l'inter-modalité et aux changements climatiques. Officiellement lancée au cours du TRA 2018 à Vienne, cette feuille de route propose un environnement et une culture de R&D intermodale et des orientations de recherche pour la construction, l'auscultation, la maintenance et le recyclage.

Projet FOX: Forever Open infrastructure across all transport modes – Road map



Ambition du projet FOX : développer un environnement et une culture de R&D intermodale afin de répondre aux futures exigences du transport et de la connectivité des personnes et des biens. Ce projet s'intéresse aux différentes phases du cycle de vie des infrastructures de transport, à savoir la

construction, l'auscultation, la maintenance et la fin de vie des matériaux (recyclage). Il traite des infrastructures routières, aéroportuaires, ferroviaires et fluviales. Dans un premier temps, FOX a permis de construire un réseau de chercheurs et de praticiens des différents modes de transport, partageant des points de vue et une culture technique commune. Dans un second temps, le projet a permis d'établir des feuilles de route afin d'encourager l'innovation et le développement de recherches intermodales, ainsi que d'évaluer leur potentiel à court, moyen et long terme. Le projet a débuté par un état de l'art des recherches en cours et des pratiques de pointe pour tous les aspects du cycle de vie d'une infrastructure de transport. Il visait à mettre en évidence les

problèmes liés à chaque méthode ou technologie. Dans un deuxième temps, les méthodes les plus prometteuses pour le développement intermodal ont été identifiées et analysées. La troisième étape a été consacrée à l'élaboration d'une feuille de route pour les futures initiatives de recherche, de développement et de mise en œuvre dans les quatre modes de transport. —



nicolas.hautiere@ifsttar.fr
veronique.cerezo@ifsttar.fr



En savoir plus sur...
[Projet FOX](#)

La Route de 5^e Génération

La Route de 5^e Génération (R5G) est constituée de briques technologiques préparant le futur, dont la route à énergie positive, thermique ou électrique, instrumentée et communicante... L'Ifsttar contribue à la mise au point et la construction des démonstrateurs R5G du projet I-Street, répondant à l'appel à projets du Programme d'investissements d'avenir (PIA) « Route du futur » financé par l'ADEME, au sein d'un consortium

avec EIFFAGE et TOTAL. Trois grands démonstrateurs sont déployés : sur le manège de fatigue de l'Ifsttar à Nantes (2017), au sein de l'Equipex Sense-City (2017) et sur la RD 199 du territoire de Marne-La-Vallée (en cours). L'originalité de cette nouvelle génération de voirie est l'interfaçage entre le bâti et l'infrastructure routière de manière à optimiser l'ensemble au service du citoyen usager. Ces démonstrateurs participent notamment à

l'optimisation des échanges énergétiques entre la voirie et les bâtiments proches, à la réduction des nuisances sonores et des pollutions, de l'effet îlots de chaleur, et à la gestion des eaux de ruissellement. En outre, R5G se diversifie sur des projets régionaux avec le déploiement de solutions énergétiques et de mobilité innovantes. —

Projet SURFFEOL : surveillance et fiabilité des fondations d'éoliennes

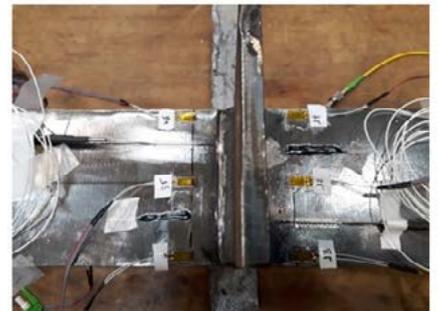
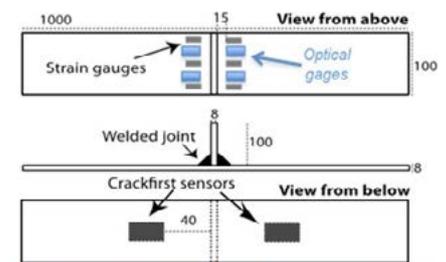
Ifsttar/Région Pays de Loire, 2014-2017

À travers le projet SURFFEOL piloté par l'EC Nantes, l'expertise de l'Institut sur les matériaux, les structures, la géotechnique et les composants et systèmes a été mise en œuvre pour soutenir la conception et la construction d'infrastructures de production et de stockage d'énergies renouvelables. Soutenu par la Région Pays de la Loire, ce projet portait sur l'instrumentation et l'auscultation des structures de génie civil pour les énergies marines renouvelables et des éoliennes *offshore*. Il visait à déployer des outils et méthodes permettant d'améliorer la durabilité et la fiabilité des fondations d'éoliennes *offshore*. Au cours de SURFFEOL, il a été possible d'évaluer en laboratoire différents systèmes de monitoring de la corrosion et procédés anticorrosion (réalisation d'un dispositif de marnage accéléré notamment). Une évaluation en laboratoire de plusieurs méthodes de monitoring de la fatigue (jauge de fatigue, fibre

optique) a été également réalisée. Ces méthodes et techniques ont été validées en grande partie à l'aide d'un démonstrateur en mer mis en place au large du Croisic. Des coupons et éprouvettes instrumentés ont permis de suivre les mécanismes de corrosion et de fatigue sur le démonstrateur avec une possibilité d'interrogation à distance via un portail web dédié. La valorisation de ce projet est orientée vers un partage de connaissances avec la communauté des EMR (énergies marines renouvelables) à travers une communication internationale (EWSHM : *European Workshop on Structural Health Monitoring*) et plusieurs communications nationales. SURFFEOL a été l'occasion d'accueillir Mélanie Denecker durant 12 mois en stage postdoctoral. —



laurent.gaillet@ifsttar.fr
louis-marie.cottineau@ifsttar.fr



Monitoring de la fatigue par jauges de contrainte et fibres optiques.

© L. Gaillet et X. Chapeleau / Ifsttar – MAST et COSYS



Banc de Fatigue des Câbles.

© L. Gaillet / Ifsttar-MAST

Le banc de fatigue des câbles a retrouvé une deuxième jeunesse

Le banc de fatigue des câbles (BFC) permet de tester en capacité réelle des câbles de génie civil ou des systèmes techniques de géométrie tubulaire. Ce type de test est une nécessité pour valider toute solution technique innovante et s'assurer de la durabilité/intégrité du produit lorsqu'il est soumis à ces contraintes réelles d'exploitation. L'Ifsttar s'est doté dès 1989 de cet équipement unique en France – l'un des trois bancs d'essais de ce type recensés dans le monde – et l'a rénové intégralement en 2017. Historiquement dédié aux essais de tenue à la fatigue des câbles et ancrages des ponts précontraints, suspendus, à haubans pour qualifier leurs systèmes de haubanage pour des mises en œuvre en France et à l'international (ponts Rion-Antirion, Millau...), il est dorénavant aussi dédié aux installations *offshore*. De nouveaux partenaires s'intéressent au comportement en grandeur réelle de solutions techniques développées dans le cadre de problématiques liées à l'exploitation *offshore* ou à la prévention des risques sismiques.

Le câble et ses ancrages sont placés sous tension statique puis soumis à une variation cyclique de force. Les forces appliquées varient de quelques pourcents à 80 % de la force nécessaire à la rupture. Des capteurs acoustiques permettent de détecter et de localiser les ruptures pouvant se produire en cours d'essai.

Les dernières évolutions de l'équipement permettent d'effectuer des essais de fatigue complexe en combinant des efforts de traction et de flexion.

Le BFC en quelques chiffres :

- > mise en charge statique : 3 vérins hydrauliques, charge max 24 000 kN (kilonewton)
- > sollicitation de flexion : 1 vérin hydraulique, course de 100 mm, charge max 250 kN.

Les recherches menées par l'Ifsttar à l'aide de cet « équipement remarquable » ont permis de mieux comprendre le vieillissement des câbles utilisés en génie civil et de proposer des solutions pour anticiper ou prévenir ces dégradations.

Dans les années à venir, les champs d'intervention du BFC vont considérablement s'élargir, notamment vers les thématiques de recherche liées à l'*offshore* comme l'augmentation de la sûreté des installations d'extraction pétrolière ou les problématiques de l'exploitation des EMR, domaine à très forts enjeux économiques.

Dans ce contexte, le laboratoire SMC de l'Ifsttar – qui a en charge le BFC – a un rôle majeur à jouer en mettant à la disposition des projets de R&D un équipement expérimental quasiment unique au monde. Les gains de temps de développement de solutions innovantes que permettent les essais accélérés en vraie grandeur peuvent se révéler cruciaux dans le contexte mondial de compétition scientifique, technique et économique autour de l'exploitation des énergies marines. —



laurent.gaillet@ifsttar.fr

AXE 3

AMÉNAGER ET PROTÉGER LES TERRITOIRES

L'actualité nous le rappelle sans cesse : nos territoires doivent faire face à des événements naturels et climatiques intenses, dangereux pour les populations et destructeurs de nos infrastructures. Or le changement climatique se caractérise par une augmentation de l'intensité et de la fréquence de ces événements. Nos territoires doivent s'adapter pour prévenir et anticiper ces risques. Par ailleurs, la mobilité engendre des externalités (pollution de l'air, du sol, de l'eau, bruit, effets non souhaités sur les espaces et la biodiversité) qu'il convient d'éviter, de réduire ou de compenser. C'est tout le défi du développement des territoires urbanisés : concilier les besoins croissants en espace, en mobilité, en approvisionnement ou en énergie et la nécessaire protection des populations et de l'environnement face aux pollutions et aux risques naturels ou malveillants.

L'Ifsttar contribue activement à la recherche autour de ces problématiques. Afin de mieux prévenir et d'anticiper les risques naturels et les atteintes à l'environnement, les sujets de recherche de l'Institut traitent de la prévention des risques naturels, de la pollution sonore, de l'air et des eaux en ville, des inondations, des pics de chaleur, de la gestion de l'énergie et de l'aménagement urbain. Ils sont menés par des équipes pluridisciplinaires en collaboration avec d'autres établissements publics. —

— ANTICIPER LES RISQUES NATURELS ET CLIMATIQUES

Les productions de l'année 2017 sur cet objectif ont été particulièrement riches sur les thématiques des mouvements de terrain et du climat en milieu urbain.

Les mouvements de terrain constituent un risque important pour les populations et les infrastructures. Les sujets présentés ci-dessous se rapportent aux effondrements de cavités souterraines, aux tassements de terrain lors du creusement de tunnels urbains, aux chutes de blocs et aux séismes.

Analyse numérique discrète de l'aléa fontis et du foisonnement associés aux cavités souterraines

Thèse de Y. Ikezouhene (GERS-SRO) réalisée en collaboration avec l'INERIS

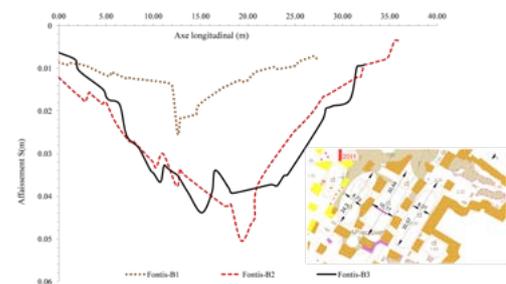
.....

Au cours du temps, les cavités souterraines sont soumises à un vieillissement et plusieurs types de dégradation peuvent apparaître. Les anciennes exploitations souterraines, parfois constituées d'un ou plusieurs niveaux, n'ont, sans doute, pas été conçues pour être stables à long terme. Ces mécanismes mis en jeu peuvent provoquer en surface deux types de désordres : un affaissement ou un fontis. Ils peuvent occasionner de graves dommages aux structures et aux infrastructures en surface mais aussi mettre en péril la sécurité des populations. La thèse de Yaghkob Ikezouhene avait pour objectif d'étudier le foisonnement de la roche et de modéliser la propagation du fontis dans les terrains de recouvrement afin de hiérarchiser

les paramètres associés à ce phénomène. Une modélisation numérique par la méthode des éléments discrets (MED) a été choisie pour analyser l'instabilité des toits de carrières souterraines. Un Programme de Discrétisation des Massifs Rocheux (PDMR), constituant le préprocesseur du logiciel STTAR3D, et un code permettant de calculer le coefficient de foisonnement des débris de l'effondrement ont également été mis au point. Une validation sur un cas réel de la carrière de la Brasserie a été faite. —



jeanne-sylvine.guedon@ifsttar.fr



Affaissement en surface au-dessus de trois fontis dans la carrière de la Brasserie (Parois).

Projet FUI Newton : méthode de prévision des tassements provoqués par le creusement des tunnels urbains et influence des présoutènements

E. Bourgeois (COSYS-LISIS) en collaboration avec Solétanche-Bachy

.....

La méthode conventionnelle de creusement des tunnels – c'est-à-dire sans utiliser un tunnelier – est agile, flexible, bien adaptée pour traiter de faibles linéaires ou des points singuliers. Le creusement par tunnelier et les tassements qu'il provoque ne sont pas encore complètement maîtrisés. Ces sujets ont été traités par le projet FUI Newton. Piloté par Solétanche Bachy (2012-2017), ce projet avait pour but d'améliorer les méthodes de creusement de tunnels et de renforcement du terrain avoisinant. De plus, les systèmes d'auscultation et de suivi des tassements ont été revus afin de développer des méthodes de vérification du dimensionnement au fur et à mesure de l'exécution du chantier.

Parmi les procédés de renforcement du terrain, le « boulonnage » et la mise en place d'une « voûte parapluie » constituée de tubes placés au-dessus de la clé de voûte s'avèrent intéressants.

Avec les partenaires du projet, l'Ifsttar a intégré deux nouveautés au progiciel CESAR : une nouvelle loi de comportement dédiée au calcul des tassements, développée par N. Gilleron (dans le cadre d'une thèse CIFRE avec Egis) et de nouveaux modèles d'interaction sol-boulon, élaborés par le Centre de Géosciences de l'École des Mines de Fontainebleau.

Par ailleurs, ltech, diffuseur de CESAR-LCPC, a développé un logiciel métier baptisé C-Newton. Il automatise la préparation des données,

l'exécution des calculs et l'exploitation de résultats avec une application spécifique à la problématique des tassements.

Une seconde thèse (C. Klotoé) a permis de réaliser une modélisation tridimensionnelle complète du creusement de tunnel avec « boulons » et « voûte parapluie » en respectant la géométrie réelle du soutènement. Ces travaux ont également proposé une modélisation originale du procédé de compensation des tassements à partir de « manchettes » placées sur les tubes de la voûte parapluie. Les résultats permettent de valider le choix de modélisation retenus pour le logiciel C-Newton. —

CADOROC : «Caractérisation et dimensionnement des ouvrages au rocher»

Opération de recherche conjointe Cerema – Ifsttar (GERS-SRO), en relation avec le projet national C2ROP (Chutes de blocs Risques Rocheux Ouvrages de Protection) auquel collabore EDF.

.....

D'une durée de quatre ans, l'opération de recherche CADOROC a eu pour objectif de mieux caractériser les massifs rocheux et de veiller à optimiser le dimensionnement des ouvrages au rocher (en intégrant les dispositifs de protection pare-blocs) pour ensuite évaluer la durabilité. Les résultats de ce projet ont contribué au Projet National C2ROP lancé un an plus tard. L'opération structurée en quatre axes a pris en compte : la caractérisation de l'évolution des massifs rocheux et de l'aléa rocheux ; la caractérisation de l'altération des interfaces entre roche et ouvrages ; le dimensionnement et la modélisation des ouvrages au rocher et enfin l'évaluation de la durabilité des dispositifs de protection pare-blocs. Les résultats ont conduit à la rédaction d'un guide technique sur le dimensionnement des ancrages au rocher.

Cinq thèses ont permis de préciser un certain nombre de points comme :

- > l'analyse des variations thermiques sur les instabilités rocheuses ;
- > le comportement des ancrages passifs scellés au rocher sollicités en tête en traction-cisaillement ;
- > la modélisation des écrans de filets ;
- > le comportement des sables sous sollicitation d'impact à faible vitesse – avec une application au dimensionnement de couches de sol protégeant les structures des impacts rocheux ;
- > la caractérisation de la résistance et du comportement au cisaillement des interfaces entre béton et roche de fondation des structures hydrauliques.

Un séminaire de restitution s'est tenu le 10 octobre 2017 à Aix-en-Provence.

En France comme ailleurs dans le monde, le risque sismique est une préoccupation forte qui nécessite des connaissances supplémentaires sur les phénomènes, leur prévision et la façon de mieux résister à leurs impacts destructeurs. Le projet avec l'Université de Rio de Janeiro et la société Petrobras a étudié la stabilité des pentes. La thèse de Y. Abboud s'est intéressée à l'apport d'un macro-élément 3D dans le logiciel CESAR pour le comportement sismique de fondations superficielles.

Les sollicitations sismiques constituent un risque important pour la stabilité des installations offshore avec des conséquences écologiques

et économiques potentiellement dramatiques. En 2015, le laboratoire «Séismes et Vibrations», l'Université Fédérale de Rio de Janeiro et la société pétrolière Petrobras ont conclu un accord de collaboration de recherche pour étudier la stabilité sismique des pentes *offshore* sur la côte brésilienne. L'objectif du projet était d'évaluer l'amplification du signal sismique dans des massifs d'argile sous forme de pentes avec différentes inclinaisons. Un programme expérimental a été mis en place afin d'étudier différentes géométries de pentes à faible inclinaison ou en forme de canyon. Le projet s'est terminé en 2017. —



jean-pierre.rajot@ifsttar.fr



Stabilité sismique des pentes offshore : projet du laboratoire « Séismes et Vibrations » (GERS) en collaboration avec l'Université de Rio de Janeiro et Petrobras.

Développement d'un macroélément 3D pour l'analyse du comportement sismique des fondations superficielles

Thèse de Youssef Abboud (GERS-SV) réalisée dans le cadre d'un contrat de recherche entre l'Ifsttar et l'EDF-CEIDRE.

.....

Cette thèse consistait à développer des méthodes alternatives pour la justification des fondations superficielles sous charge sismique dans le cadre du nouveau zonage sismique de la France entré en vigueur en 2011 suite à la catastrophe de Fukushima. Un modèle basé sur le concept de macroélément a été développé pour étudier l'interaction sol-structure (ISS) en prenant en compte les différentes non linéarités. Sa formulation se base sur la théorie de l'élastoplasticité et s'inspire des normes en vigueur (Eurocodes 7 et 8). Les différents mécanismes plastiques (poinçonnement, renversement, glissement) sont couplés

dans le cadre de la théorie des multi-mécanismes et leurs paramètres sont définis à partir d'essais, en laboratoire ou in situ, ou à partir de simulations numériques en conditions statiques. Les coûts de calcul sont réduits car les non linéarités liées à l'interaction sol-structure sont concentrées en des points particuliers du modèle de calcul. L'avantage du macroélément réside dans une formulation en efforts et déplacements. Cela facilite son utilisation pour la justification des fondations (capacité portante, glissement, décollement, tassements, translations, distorsions et rotations). Implémenté dans le code par éléments finis CESAR LCPC, le

macroélément est capable de simuler le comportement statique et sismique d'une fondation superficielle. Ainsi, il permet de réaliser des études paramétriques de la réponse sismique des structures et d'analyser le comportement statique et sismique des ouvrages réels. Des études paramétriques, réalisées sur une structure en mettant en jeu un grand nombre de signaux sismiques réels, ont pratiquement mis en évidence les capacités du macroélément. —



luca.lenti@ifsttar.fr

HyCIAU : processus hydrologiques et climatiques au service de l'adaptation de l'aménagement urbain

Collaboration de recherche Ifsttar-Cerema.

.....

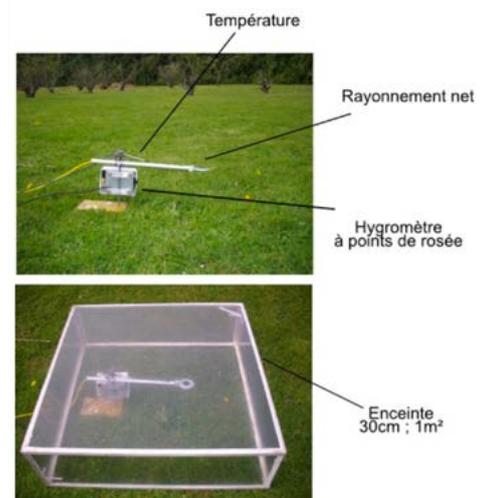
Animée par K. Chancibault (Ifsttar) et J. Bouyer (Cerema), la collaboration de recherche HyCIAU a permis de mieux comprendre les problématiques hydrologiques et climatiques des villes pour aider à une meilleure adaptation au changement global climatique et démographique. Lancée en 2014, elle a permis d'atteindre trois objectifs :

> Des moyens de mesures et des données ont permis de mieux décrire l'impact des villes sur leur environnement : analyse de données pour faire le lien entre taux de végétation et flux de chaleur latente (évapotranspiration) ; amélioration d'une méthode de mesure locale de l'évapotranspiration ; définition d'indicateurs urbains à partir de données satellite très haute résolution (70 cm) ; calcul d'écart de température selon la classification des quartiers à l'aide de mesures mobiles.

> Des développements ont permis d'améliorer la représentation des processus hydriques et climatiques dans les modèles pour mieux prendre en compte des solutions basées sur la nature : amélioration des processus d'écoulement sol-réseau dans un modèle hydro-énergétique ; développement d'une reconstruction automatique des réseaux d'assainissement à partir d'un faible nombre de données urbaines ; meilleures représentations des toitures végétalisées, des noues et des arbres de rue dans les modèles.

> Les projections climatiques (DRIAS) ont été étudiées et analysées et des indicateurs spécifiques ont été développés pour mieux sensibiliser au risque canicule.

Une journée de restitution organisée le 29 novembre 2017 à Nantes a permis de présenter les principaux résultats du projet. —



Dispositif de mesure de l'évapotranspiration pour des toitures végétalisées.

— COMPRENDRE, ÉVALUER ET AMÉLIORER LES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT ET LES POPULATIONS

La pollution de l'air et le bruit sont les deux principales externalités des transports dont les effets sanitaires sont avérés. Même si des progrès considérables ont été réalisés ces dernières années pour limiter les émissions des véhicules, il reste beaucoup à faire et nos villes sont régulièrement soumises à des pics de pollution.

En matière de pollution, il est important de mieux caractériser celles émises par les véhicules mais également de s'intéresser à leur devenir dans les sols et dans l'eau. Afin d'acquies une vision partagée de la problématique, des chercheurs issus de plusieurs laboratoires de l'Ifsttar se sont associés à l'occasion d'une action interne

d'animation de réseau sur les polluants animée par Mathieu Goriaux et Yao Liu. Cette action a permis de constituer un réseau d'échange sur les méthodes de mesure des polluants dans l'eau, dans l'air et dans le sol. Les résultats majeurs obtenus par les équipes de plusieurs laboratoires et la multiplicité des champs de pollutions investigués

ont été présentés lors d'un séminaire organisé le 13 juin 2017 à Nantes.

En matière d'émission de polluants dans l'air, l'Ifsttar a poursuivi son travail de caractérisation des polluants émis par les véhicules, qu'ils soient réglementés ou non. L'Institut a notamment étudié l'impact de la technologie des différents types de motorisation et de la conduite sur l'émission de polluants non réglementés. L'étude EMI 2-4 a par exemple porté sur les émissions de deux-roues et de quadricycles légers (de type voiturettes) jusqu'ici peu réglementés et peu étudiés.

Le devenir de ces polluants fait aussi l'objet de recherches importantes : évolution de la concentration de particules, de HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) et de mercure dans l'air à mesure que l'on s'éloigne de l'infrastructure et dépôt de platine dans l'environnement urbain ainsi que de mercure et de palladium dans les écosystèmes de bord de route. La caractérisation des polluants dans les eaux pluviales en milieu urbain nécessite des recherches sur la méthode de prélèvement et la hiérarchisation de substances de plus en plus nombreuses à analyser. Le développement des jardins urbains sur des terres faiblement polluées par d'anciennes activités pose aussi la question de la caractérisation des polluants dans les sols. —



Test sur voiturette au banc de mesure LTE.

Projet (EMI 2-4): analyse des émissions de 2-roues et quadricycles motorisés

ADEME, programme CORTEA.

Les émissions de polluants des deux-roues et quadricycles routiers motorisés sont encore insuffisamment connues et réglementées. Les limites d'émissions polluantes fixées pour leur homologation ont pris du retard, voire étaient absentes pour les voiturettes à motorisation diesel jusqu'en 2017. Ainsi leurs moteurs sont dépourvus de catalyseur, vanne EGR ou filtre à particules.

Le projet EMI 2-4 a permis, d'une part, de mettre à jour les émissions réelles des deux-roues avec de nouvelles données sur des composés non réglementés et, d'autre part, d'évaluer pour la première fois les émissions de polluants des quadricycles légers à motorisation diesel. La mesure des émissions à l'échappement a porté sur trois quadricycles routiers légers (voiturettes) selon deux cycles de conduite réglementaires et un cycle d'usage réel élaboré au LTE, et sur quatre modèles de scooters testés au banc spécifique de l'UTAC-CERAM selon trois cycles de conduite. Pour tous les véhicules, les polluants gazeux - dont de nombreux composés non réglementés - ainsi que les particules en masse et en nombre ont été suivis (composés organiques volatils). Concernant les deux-roues, l'étude a confirmé que le moteur deux-temps reste extrêmement nocif en termes

d'hydrocarbures, ou HC totaux, avec un facteur d'émission à plus de 10 g/km (soit 1 000 fois supérieur à celui d'une voiture essence récente). Certains composés cancérigènes benzène, toluène (plus de 3 g/km) et aldéhydes sont émis en quantité élevée par ce moteur.

Les « voiturettes » sont également plus polluantes que les voitures diesel actuelles dans les mêmes conditions d'usage urbain : les quantités de CO émises sont 2 à 5 fois supérieures et jusqu'à 14 fois plus élevées pour le modèle à injection directe. Les facteurs multiplicateurs respectifs pour les émissions de HC sont du même ordre. Sans filtre, les trois quadricycles présentent aussi des émissions de particules élevées, équivalentes aux voitures diesel Euro 0 à Euro 2 (1990-1995). L'injection directe n'est meilleure qu'en termes d'émission de NOx, mais avec un ratio moins favorable en NO2, soit la forme la plus nocive de ces oxydes d'azote. À l'avenir, d'autres évaluations seront nécessaires pour mesurer l'impact des limites réglementaires plus contraignantes entrées en application en 2017 (Euro 4). —



didier.pillot@ifsttar.fr

Le bruit est aussi une atteinte majeure à l'environnement. Une récente étude commandée par l'ADEME a chiffré à plus de 20 milliards d'euros par an le coût social dû au bruit des transports. L'action de l'Ifsttar porte depuis plusieurs années sur la mise au point de modèles de prévision du bruit, de son émission à la source et de sa propagation. Plus récemment, des outils d'évaluation ont été développés, en lien notamment avec la réalisation de cartes de l'environnement sonore.

NoiseCapture : une application pour cartographier les environnements sonores avec un smartphone

NoiseCapture est développée conjointement avec le CNRS dans le cadre du projet européen ENERGIC-OD cofinancé par le programme GEOPAL. Cette application Android permet de réaliser des mesures géo-localisées de niveaux sonores en milieu extérieur. Les données collectées sont transférées, de manière anonyme, vers un serveur qui agrège les contributions de l'ensemble des utilisateurs sous la forme de cartes. Visibles en temps réel sur [un site web spécifique](#), ces cartes sont le fruit d'analyses acoustiques et géographiques. Si, pour l'instant, elles informent sur l'environnement sonore

instantané, les cartes permettront à terme à la population et aux collectivités d'accéder à des indicateurs acoustiques traduisant l'exposition sonore. L'application a donné lieu à plusieurs présentations lors des Assises de la Qualité de l'Environnement Sonore 2017 à Paris. —

 judicael.picaut@ifsttar.fr

 En savoir plus sur...
[l'application NoiseCapture](#)



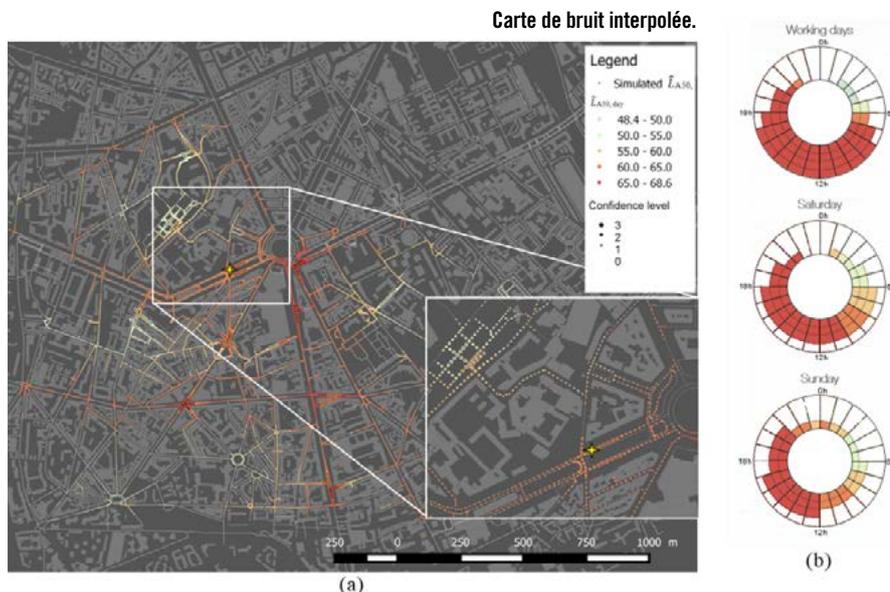
Projet GRAFIC : cartographie fine et continue de la qualité sonore des lieux et des parcours dans l'espace urbain

ADEME, en collaboration avec l'Université de Cergy-Pontoise, l'Université de Gand, Bruitparif et la Ville de Paris.

La mise au point d'outils d'aide à la décision et d'outils permettant une caractérisation des environnements sonores urbains, qui soient cohérents du point de vue qualitatif, est un enjeu majeur. L'objectif du projet GRAFIC était de combiner deux approches novatrices et récentes pour proposer des pistes de réflexion vers une cartographie continue des environnements sonores urbains cohérente du point de vue perceptif et du point de vue physique : la cartographie des niveaux de bruit s'appuyant sur des données mobiles et la caractérisation des environnements sonores du point de vue perceptif.

De nouvelles méthodes de cartographie des niveaux de bruit, basées sur des mesures mobiles géo-référencées, ont récemment vu le jour. Elles ont l'avantage de considérer l'intégralité des sources sonores, de couvrir l'espace avec une très bonne résolution spatiale, et de diminuer les coûts associés à la production des cartes. D'autre part, des travaux récents ont mis en évidence qu'au-delà de la caractérisation des niveaux physiques, il était nécessaire de mettre au point des outils qui s'appuient davantage sur les aspects qualitatifs des environnements sonores, qui ne peuvent être réduits à leur simple dimension énergétique. Finalité : mieux prendre en compte l'exposition et la gêne des personnes face au bruit. —

 arnaud.can@ifsttar.fr



— CONTRIBUER À L'AMÉNAGEMENT DURABLE

La complexité d'un territoire urbain est liée à la multiplicité des problématiques auxquelles il est soumis, ainsi qu'à la nécessaire prise en compte des interactions entre ces problématiques. L'aménagement des territoires urbains nécessite donc des réflexions collectives, avec des approches multi-domaines s'appuyant sur des données variées et en grand nombre. L'Ifsttar s'investit activement à répondre à cet enjeu par son implication dans des réseaux et la production d'outils adaptés à cette complexité.

L'Alliance de recherche Européenne sur l'Urbain (UERA) est un réseau de recherche européen visant à mener des projets de recherche et à alimenter les réflexions pour les futurs appels européens. En 2017, quatre groupes de travail ont été constitués pour couvrir au mieux l'agenda stratégique de recherche de la JPI Urban Europe. L'Ifsttar s'est investi fortement dans

la coordination de l'UERA et dans l'animation des groupes de travail sur le développement durable et la résilience ainsi que sur l'accessibilité et la connectivité (en savoir plus sur L'Alliance de recherche Européenne sur l'Urbain). Réservoir de biodiversité, les sols sont essentiels à de nombreux services écosystémiques tels que la production alimentaire, la régulation du climat,

l'infiltration de l'eau, la qualité de l'eau et de l'air. Cette ressource est soumise à de fortes pressions foncières : aménagement de logements, zones d'activité économique, infrastructures, production alimentaire, production d'énergie ou zones de loisirs. —

Expertise collective sur l'artificialisation des sols

INRA-Ifsttar

.....



(source : Epuctira.fr)

L'artificialisation des sols est considérée dans le débat public comme la principale menace de « disparition » des sols agricoles ou naturels. Le gouvernement souhaite donc s'engager dans des mesures pour diminuer l'artificialisation des espaces agricoles et naturels. Pour assoir cette action de politique publique, un état des lieux des connaissances sur la mesure de l'artificialisation, ses déterminants et ses impacts a été commandé conjointement à l'INRA et à l'Ifsttar par les ministères de l'Ecologie et de l'Agriculture, et par l'ADEME. Une cinquantaine d'experts de différents organismes de recherche, dont 13 de l'Ifsttar, ont travaillé pendant deux ans avec

une équipe projet INRA-Ifsttar pour réaliser une expertise scientifique collective. Celle-ci comporte des leviers d'action potentiels et des pistes de recherche sur l'artificialisation des sols. Elle s'est achevée le 8 décembre 2017. Sa synthèse est disponible sur le site de l'INRA. —



beatrice.bechet@ifsttar.fr
anne.ruas@ifsttar.fr



En savoir plus sur...
[l'expertise collective](#)

Sense-City: la mini ville pour la ville de demain achève sa construction en 2018

Déploiement massif de capteurs pour l'efficacité énergétique, la pollution et les matériaux innovants.

.....

Sept organismes (l'Ifsttar, ESIEE, le CSTB, Université Paris-Est, le LPICM (UMR 7647 École Polytechnique-CNRS), l'Inria et l'Université Paris-Est de Marne-la-Vallée) se sont regroupés pour former le consortium Sense-City dans le cadre du PIA 1 pour l'élaboration d'un équipement d'excellence au service de la ville de demain.

Situé sur le campus Descartes situé à Marne-la-Vallée, l'équipement d'excellence Sense-City est composé d'une chambre climatique et de deux mini villes. Une grande halle climatique de 3200 m³ permet de faire la pluie et le beau temps pour étudier le métabolisme urbain et améliorer la ville de demain. Elle est capable de reconstituer un

climat spécifique de -10°C à 40°C, de 30 à 95 % d'humidité mais aussi le soleil et la pluie. Mobile, elle peut se déplacer sur une mini ville ou sur l'autre en fonction des expérimentations prévues. Portions de ville construites pour des durées limitées dans le temps, les mini villes permettent d'étudier certains composants urbains. Chacune est équipée de capteurs reliés à un système d'information qui stocke les mesures qui seront analysées par des chercheurs et ingénieurs en fonction de leurs questionnements scientifiques. Située entre la salle blanche et le living lab, Sense-City permet de réaliser un grand nombre d'expérimentations scientifiques dans un environnement

La mini ville Sense-City se matérialise à Marne-La-Vallée sur le campus Descartes.



contrôlé afin d'améliorer les connaissances sur les capteurs, les réseaux de communication, la pollution de l'eau, de l'air, du sol, les déperditions énergétiques, les échanges thermiques, le mobilier urbain pour le monitoring de la ville, les propriétés des nouveaux matériaux au niveau de la pollution et de la thermique et les propriétés apportées par la végétation en ville. —



anne.ruas@ifsttar.fr

Projet Proteus : ville numérique et qualité de l'eau

.....

Le projet de recherche H2020 Proteus a pour objectif principal de produire des capteurs intelligents et peu énergivores pour le suivi de la qualité de l'eau dans les réseaux d'eau potable et d'assainissement.

Ce projet de 3,9 millions d'euros regroupe des acteurs de la chaîne de valeur des capteurs : Ifsttar, ESIEE Paris, Easy Global Market SAS et PONSEL MESURE SAS (France), UNINOVA, SMAS Almada et Unparallel Innovation (Portugal), WINGS ICT Solution (Grèce) et l'Université de Pérouge (Italie).

Proteus a contribué à mesurer différents paramètres chimiques et rhéologiques grâce à l'utilisation de capteurs microfluidiques et de capteurs à nanotubes de carbone. Des expérimentations sont faites dans la boucle d'eau potable de Sense-City afin de tester et d'améliorer les prototypes. Sur le plan matériel, plusieurs versions de capteurs à base de nanotube de carbone ont été développées pour surveiller la température, la pression, le débit, la conductivité, le pH, le chlore et les chlorures. Une puce a été conçue pour récupérer les informations de ces capteurs. Enfin, un logiciel a été développé pour remonter ces données dans un système d'information. Par rapport à la détection d'éléments chimiques, les expérimentations sont prometteuses : elles prouvent que les capteurs à base de nanotube sont sensibles au chlore,

aux chlorures et au pH. Au niveau énergétique, des expérimentations sont faites pour récupérer l'énergie provenant du flux d'eau afin d'alimenter les capteurs et leur remontée d'informations. Les résultats montrent qu'il est nécessaire de compléter l'énergie produite par le flux d'eau par un panneau solaire afin d'assurer un fonctionnement optimal. —



berengere.lebental@ifsttar.fr



**Boucle d'eau du
projet Proteus.**

(source : Ifsttar-Merliot)

*En parallèle des questions
environnementales
auxquelles les territoires sont
confrontés, un autre grand
domaine d'intervention de
l'Ifsttar porte sur la logistique
et la mobilité appliquées
au métabolisme urbain.
Les recherches de l'Institut
visent l'amélioration de la
chaîne allant du capteur à
l'outil d'aide à la décision.*

L'action de réseau TerriTAP

.....

Une méthodologie de quantification des flux de matières entrantes et sortantes à l'échelle d'un projet urbain a été développée à SPLOTT. Elle permet d'évaluer les nuisances associées aux flux de chantiers en élaborant par exemple des scénarios d'amélioration du métabolisme.

L'action de réseau TerriTAP « Territoires Transport Action Publique » a réuni, entre 2014 et 2017, des chercheurs et des praticiens de l'aménagement et de l'urbanisme autour d'une série de rencontres. Les principaux thèmes abordés ont été la question

de la mise en œuvre de la planification de l'urbanisme et des déplacements, le stationnement, l'urbanisme ferroviaire, les enjeux de sécurité des transports dans la ville, le management de la mobilité des salariés et les enjeux territoriaux de la logistique. Les rencontres ont permis de croiser les travaux scientifiques et les analyses des praticiens pour un enrichissement mutuel. —



alain.lhostis@ifsttar.fr



/

CHIFFRES CLÉS

/

CONTRATS 2017



15,6 M€

Recettes 2017 sur contrats de recherche (Hors projets Sense-City et Transpolis)



18,1 M€

Montant cumulé du carnet de commandes notifiées en 2017

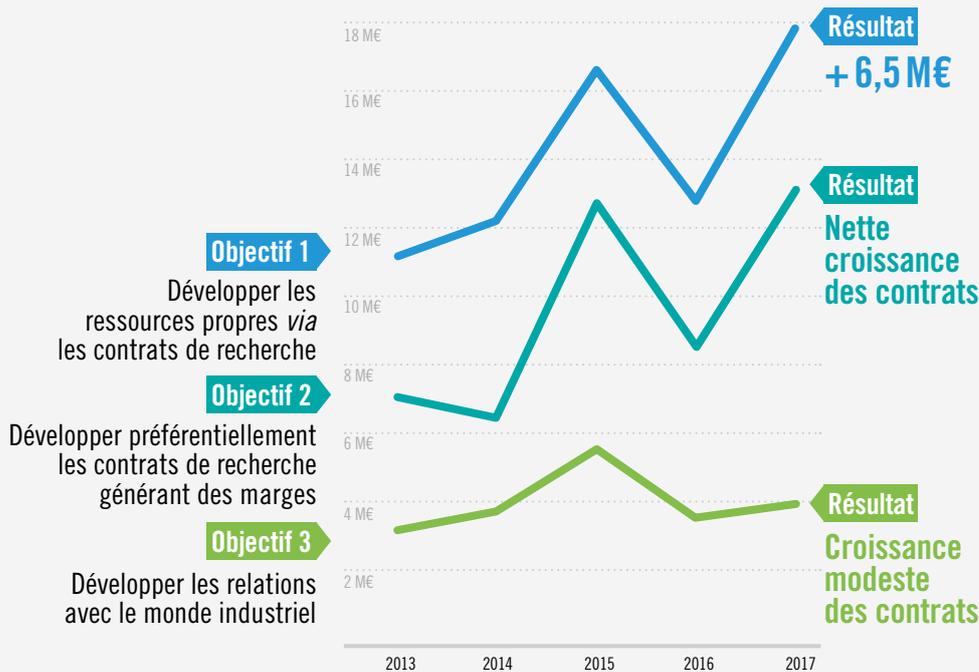


163

Commandes notifiées en 2017

Objectifs sur les contrats de recherche

au 31/12/2017



I-Street

Succès en juillet 2017 du projet I-Street, financé par l'ADEME à **3,7 M€**.

Sense-City

Recettes 2017 du projet Sense-City : **142 k€**, sur un financement global de l'ANR de **8,99 M€**.

Transpolis

Accord de financement par les « collectivités lyonnaises » du projet pour **9,3 M€**.



134

contrats soldés



400

contrats en cours



16

contrats 2017 dont l'aide dépasse 200 K€: 1 BPI, 1 ADEME, 3 ANR, 3 DAC, 3 Industriels, 5 Européens

55 contrats H2020 en cours, dont:

8 contrats signés en 2017 pour un montant de **2063886 €**

VIE DOCTORALE

.....



En 2017,
l'Ifsttar franchit
le cap des
500
doctorants !



[EN SAVOIR PLUS](#)



LES SOUTENANCES DE THÈSES



575

soutenances
de thèses
depuis la création
de l'Ifsttar, dont :

75

soutenances
de thèses en 2017
avec une durée médiane
de **3,32 années**

9

soutenances d'HDR
en 2017

Nombre de soutenances de thèses par axe :

Axe 1

**TRANSPORTER
EFFICACEMENT ET SE
DÉPLACER EN SÉCURITÉ**

22

soutenances

Axe 2

**AMÉLIORER L'EFFICIENCE
ET LA RÉSILIENCE DES
INFRASTRUCTURES**

31

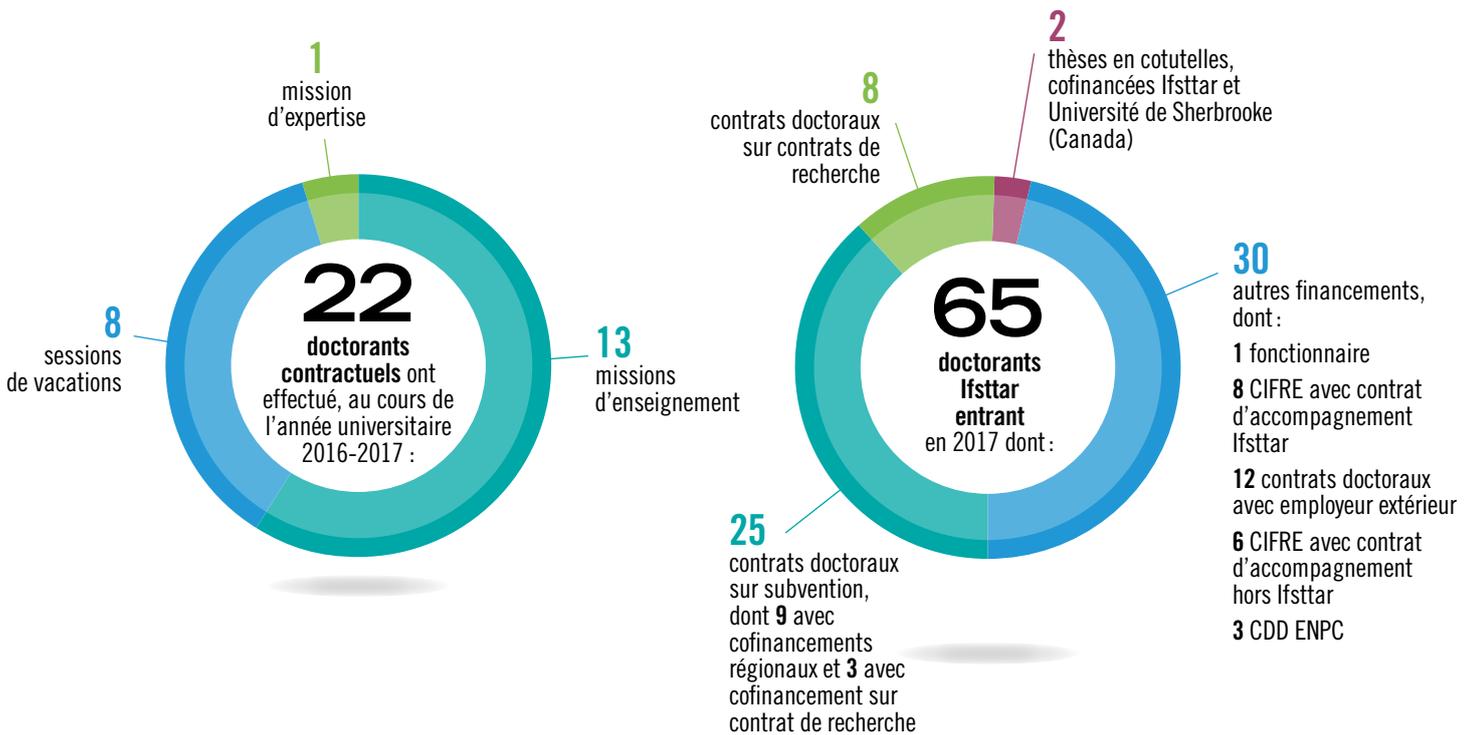
soutenances

Axe 3

**AMÉNAGER
ET PROTÉGER LES
TERRITOIRES**

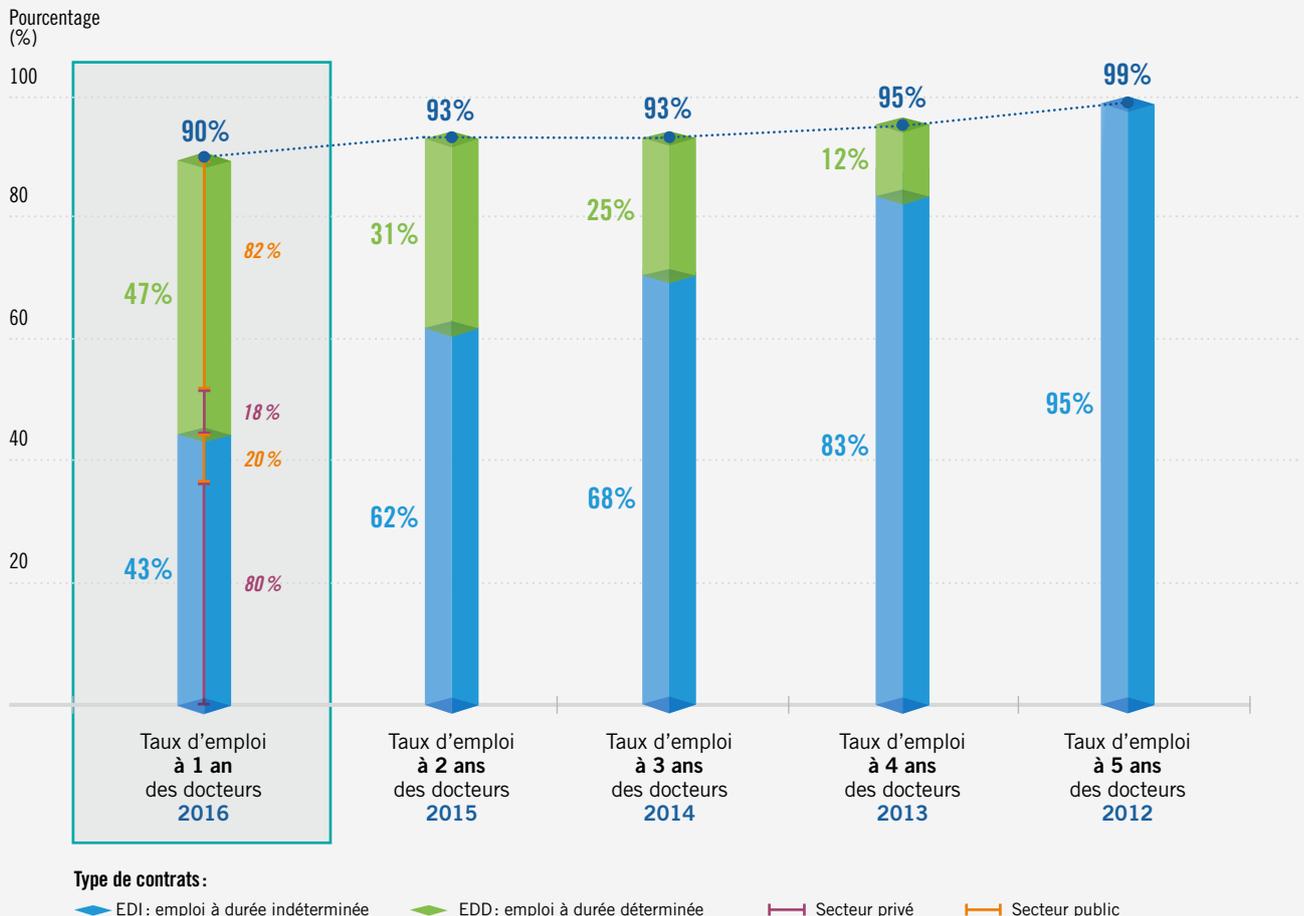
22

soutenances



Taux d'emploi sur 5 ans des docteurs, par type de contrats et par secteur.

(Taux de réponse 97 %)



RESSOURCES HUMAINES



1 052

agents Ifsttar
soit 1 026 ETP
(Équivalent Temps Plein)
dont 810,6 permanents.



627

hommes

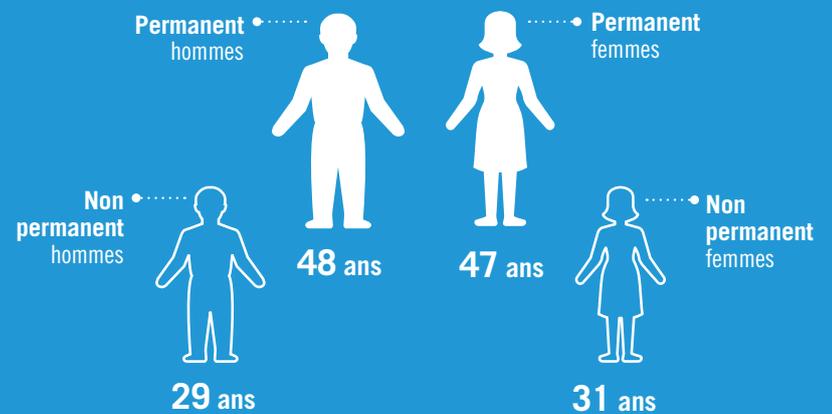


425

femmes

Répartition des personnels par moyenne d'âge

au 31 décembre 2017



A
536 agents



B
189 agents



C
79 agents



OPA
7 agents



CDI/PNT
23 agents



Contractuels
218 agents

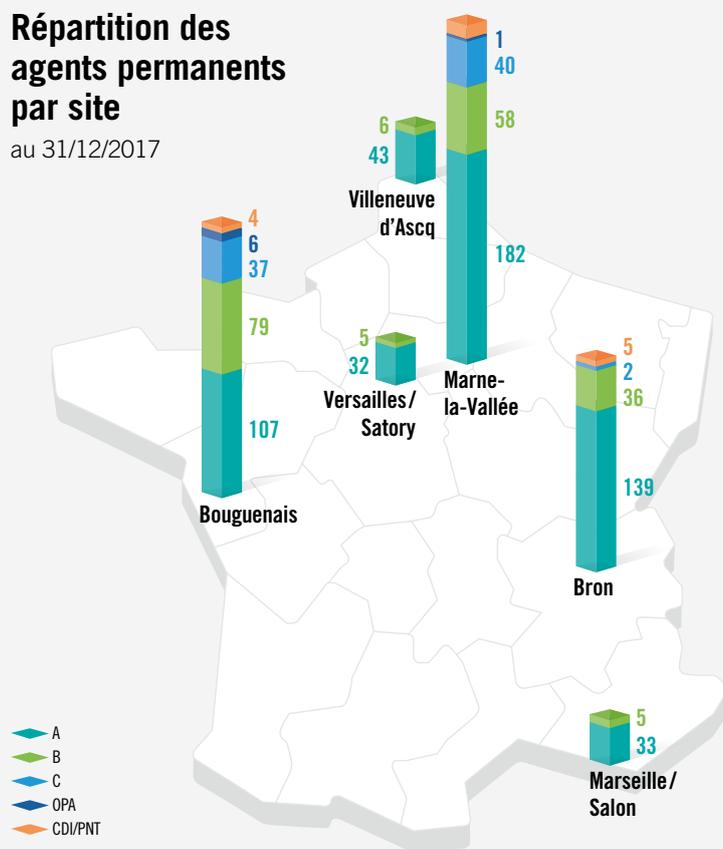


Répartition hommes/ femmes par catégorie de personnels

au 31/12/2017

Répartition des agents permanents par site

au 31/12/2017



Nombre d'agents en effectif physique

au 31/12/2017



Masse salariale par axe de recherche

AXES DE RECHERCHE	Subvention	Ressources propres
Axe 1 : Transporter efficacement et se déplacer en sécurité	18 749 844 €	2 299 144 €
Axe 2 : Améliorer l'efficacité et la résilience des infrastructures	14 874 093 €	932 085 €
Axe 3 : Aménager et protéger les territoires	21 985 726 €	1 068 521 €
TOTAL DE L'ACTIVITÉ DE RECHERCHE	55 609 663 €	4 299 750 €

4 475 516 €

Actions communes
dont valorisation de la recherche

14 887 267 €

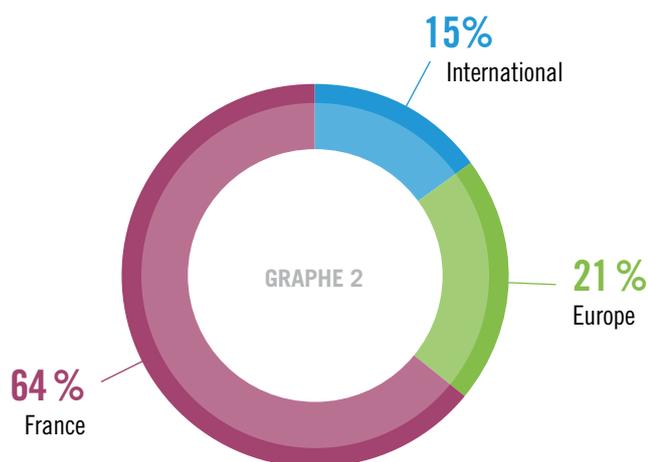
Fonctions support

	Physiques	ETP
Chercheurs	295	288,4
Techniques	309	301
Administratifs	230	221,2
TOTAUX	834	810,6

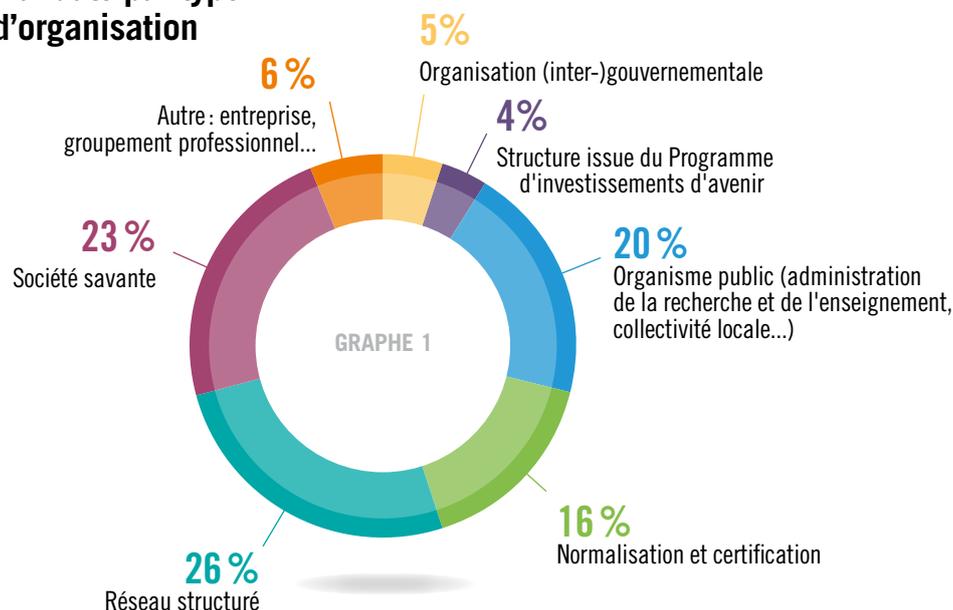
REPRÉSENTATIONS ET MANDATS DE L'IFSTTAR

État des lieux des participations et représentations de l'Ifsttar dans des organisations externes liées à la recherche et à ses applications, en France et à l'international.

En 2017, l'état des lieux des participations et représentations de l'Ifsttar dans des organisations externes liées à la recherche et à ses applications, en France et à l'international, a été réalisé et formalisé dans une base de données interactive et partagée au sein de l'Institut. Des mandats ont été délivrés pour les représentations les plus stratégiques, environ 400 soit plus de la moitié du total des représentations recensées. Le graphe 1 donne la répartition de ces mandats par type d'organisme et le graphe 2 par périmètre géographique. —



Répartition des mandats par type d'organisation

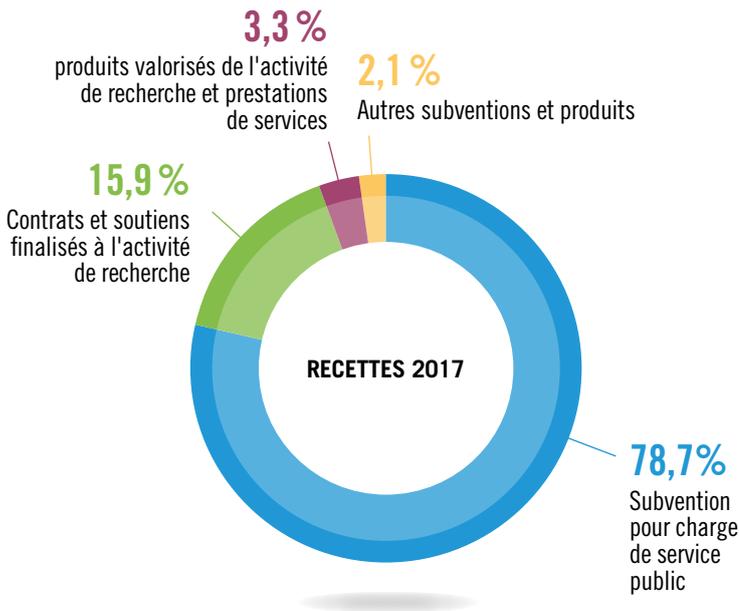


Répartition des mandats par périmètre géographique

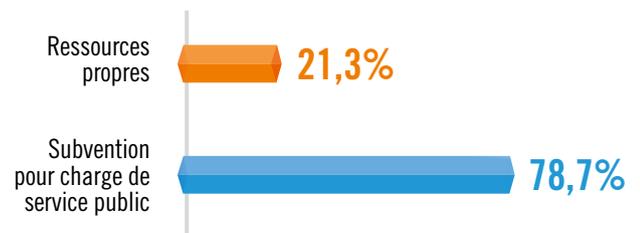
DÉPENSES ET RECETTES

Ressources financières et dépenses hors amortissements.

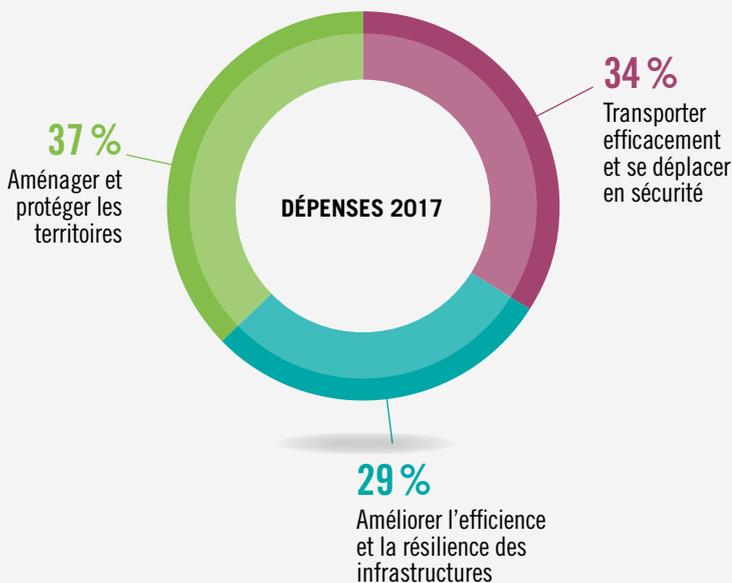
Répartition des recettes en exécution budgétaire



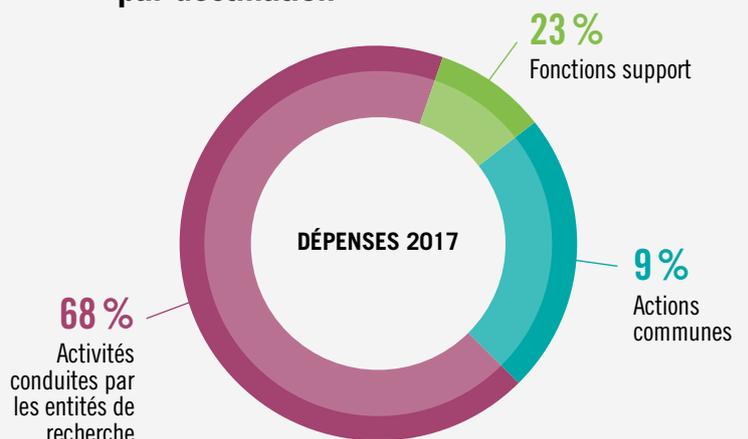
Part des ressources propres et subvention pour charge de service public



Ventilation des dépenses par axe de recherche



Ventilation des dépenses par destination





ORGANISATION

IMPLANTATIONS DES LABORATOIRES

.....

BELFORT

Bâtiment F
Rue Thierry Mieg
Belfort Technopôle
F-90010 Belfort
Tél. : +33 (0)3 84 58 36 00
Laboratoires 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)3 20 43 83 43
Laboratoires de recherche :
ESTAS, LEOST

LYON - BRON

25, avenue François Mitterrand
Case 24
Cité des Mobilités
F-69675 Bron Cedex
Tél. : +33 (0)4 72 14 23 00
Fax : +33 (0)4 72 37 68 37
Laboratoires de recherche :
RRO, LICIT, LBMC, LESCOT,
UMRESTTE, LTE, LEPSIS, UMRAE

MARNE-LA-VALLÉE SIÈGE IFSTTAR

14-20, boulevard Newton
Cité Descartes, Champs-sur-Marne
F-77447 Marne-la-Vallée Cedex 2
Tél. : +33 (0)1 81 66 80 00
Tél. : +33 (0)1 81 66 80 01
Laboratoires de recherche :
CPDM, EMGCU, FM2D, SRO,
SV, GRETTIA, LEPSIS, LISIS,
DEST, LVMT, SPLOTT, Simu&Moto, Navier



MARSEILLE

Faculté de médecine secteur Nord
Boulevard Pierre Dramard
F-13916 Marseille Cedex 20
Tél. : +33 (0)4 91 65 80 00
Laboratoires de recherche :
LBA, LMA

NANTES - BOUGUENAIS

Allée des Ponts et Chaussées
Route de Bouaye - CS 5004
F- 44344 Bouguenais Cedex
Tél. : +33 (0)2 40 84 58 00
Fax : +33 (0)2 40 84 59 99
Laboratoires de recherche :
MIT, LAMES, GPEN, SMC, GéoEND, GMG,
EE, GEOLOC, MACSI, SII, EASE, UMRAE

SALON-DE-PROVENCE

304, chemin de la Croix Blanche
F-13300 Salon-de-Provence
Tel. : +33 (0)4 90 56 86 30
Fax : +33 (0)4 90 56 25 51
Laboratoires de recherche :
LEPSIS, LMA

VERSAILLES - SATORY

25, allée des Marronniers
F-78000 Versailles
Tél. : +33 (0)1 30 84 40 00
Fax : +33 (0)1 30 84 40 01
Laboratoires de recherche :
TEMA, LPC, LIVIC, LEPSIS, GRETTIA

LA GOUVERNANCE

.....

CONSEIL D'ADMINISTRATION 31 DÉCEMBRE 2017



Président du Conseil d'administration
Jacques TAVERNIER

Vice-présidente du Conseil
d'administration
Christine BOUCHET

Représentants de l'État

Ministère chargé de l'équipement:

- Serge BOSSINI (titulaire), *ministère de la Transition écologique et solidaire*
- Jean Philippe TORTEROTOT (suppléant), *ministère de la Transition écologique et solidaire*

Ministère chargé des transports:

- Christine BOUCHET (titulaire), *ministère de la Transition écologique et solidaire*
- Xavier DELACHE (suppléant), *ministère de la Transition écologique et solidaire*

Ministère chargé de l'environnement:

- Siègle titulaire en cours de remplacement
- Thierry HUBERT (suppléant), *ministère de la Transition écologique et solidaire*

Ministère chargé de la recherche:

- Frédéric RAVEL (titulaire), *ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation*
- Philippe TOUSSAINT (suppléant), *ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation*

Ministère chargé de l'enseignement supérieur:

- Alain BERNARD (titulaire), *ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation*
- Éric CHARRON (suppléant), *ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation*

Ministère chargé du budget:

- Anne-Sophie ANBAR (titulaire), *ministère de l'Action et des comptes publics*
- Charlotte SAULNERON-SAADOU (suppléante), *ministère de l'Action et des comptes publics*

Ministère chargé de l'industrie:

- Franck TARRIER (titulaire), *ministère de l'Économie*
- Catherine BELLANCOURT (suppléante), *ministère de l'Économie*

Ministère chargé de la santé:

- Ghislaine PALIX-CANTONE (titulaire), *ministère des Solidarités et de la santé*
- Siègle suppléant en cours de remplacement

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 des Armées*
- Siègle suppléant en cours de remplacement

Personnalités qualifiées

- Marie-Claude DUPUIS, *RATP*
- Anne-Marie HERBOURG, *ADTech*
- Pierre IZARD, *SNCF*
- Carole LE GALL, *Engie*
- Yves METZ, *Ingerop*
- Guy SIDOS, *Vicat*
- 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 LEBOUIC (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 assistent aux séances avec voix consultative.

CONSEIL SCIENTIFIQUE 31 DÉCEMBRE 2017



Présidente du Conseil scientifique
Corinne GENDRON

Vice-président du Conseil scientifique
Pierre-Olivier VANDANJON

Personnalités scientifiques et techniques

Ministère chargé de l'équipement:

- **Sylvain ALLANO**
The Daffodils Company
- **Brigitte BARIOL-MATHAIS**
FNAU
- **Bénédicte BUCHER**
IGN
- **Pierre-Étienne GAUTIER**
Systra
- **Corinne GENDRON**
Université du Québec à Montréal (Canada)
- **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-Éric 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),
- **Étienne LEMAIRE** (suppléant)

CGT

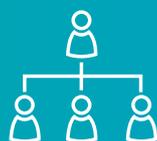
- **Divitha SEETHARAMDOO** (titulaire),
- **Jean-Michel FOURNIAU** (suppléant)

Sud Recherche EPST-Solidaires

- **Karine BRUYERE** (titulaire),
- **Neila BHOURI** (suppléante),
- **Sébastien AMBELLOUIS** (titulaire),
- **Juliette KAUV** (suppléante)

Unsa

- **Lamine DIENG** (titulaire),
- **Malal KANE** (suppléant)



Découvrez en ligne
**l'organigramme
de l'Ifsttar**



[ACCÉDEZ AU SITE INTERNET](#)

SIGLES

ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie	EDF	Électricité de France
AISLF	Association Internationale des Sociologues en Langue Française	EDF-CEIDRE	Centre d'Expertise et d'Inspection dans les Domaines de la Réalisation et de l'Exploitation
Allenvi	Alliance nationale de recherche pour l'environnement	EIVP	École des Ingénieurs de la Ville de Paris
AMP	Appui aux montages de projets	EME2	Enrobés à Module Élevé Class 2
ANR	Agence Nationale de la Recherche	EMGCU	Expérimentation et modélisation pour le génie civil et urbain
ARCADI	Arcadi Île-de-France est un établissement public de coopération culturelle pour les arts de la scène et de l'image en Île-de-France (EPCC)	EMI 2-4	Analyse des émissions de 2-roues et quadricycles motorisés
B+R	Bike and Ride ou Bicyclette Relais	EMR	Énergies marines renouvelables
BAC	Budget et affaires contractuelles	ENERGIC OD	European Network for Redistributing Geospatial Information to user Communities - Open Data
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières	ENPC	École nationale des Ponts et Chaussées
C2ROP	Chutes de blocs Risques Rocheux Ouvrages de Protection	ENSG	École nationale des sciences géographiques
CADOROC	Caractérisation et dimensionnement des ouvrages au rocher	ENTPE	École nationale des travaux publics de l'État
CEDR	Conférence Européenne des Directeurs des Routes	Ephor	Environnement physique de la plante horticole
Cerema	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement	EQUIPEX	Équipement d'excellence
CHUT	Caractérisation des Hématomes chez les Usagers des Transports	ERC	Équipe Commune de Recherche
CIFRE	Conventions Industrielles de Formation par la Recherche	ESCO	Expertise collective
CNDP	Commission nationale du débat public	ESIEE Paris	École de l'innovation technologique de la Chambre de commerce et d'industrie de région Paris - Île-de-France
CNRS	Centre national de la recherche scientifique	ESITC	École supérieure d'ingénieurs des travaux de la construction de Paris
Comue	Communauté d'universités	FEHRL	Forum Européen des Laboratoires Nationaux de Recherche Routière
COP	Contrat d'objectifs et de performance	FORx4	Forever Open Road, Rail, River and Runway
CORTEA	Connaissances, Réduction à la source et Traitement des Émissions dans l'Air	FOX	Forever Open infrastructure across all transport modes
COST	European cooperation in science & technology	FNTF	Fédération Nationale des Travaux Publics
CSTB	Centre scientifique et technique du bâtiment	FUI	Fonds unique interministériel
DALVAR	Description des Associations entre Lésions chez les Victimes d'Accidents de la Route	GEOPAL	Portail Géographique des Pays de la Loire
DEDIR	Dimensionnement à l'Entretien Durable des Infrastructures Routières	GNSS	Global Navigation Satellite System
DGALN	Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature	GPR	Techniques radar géophysique - ou de structure
DGEC	Direction générale de l'énergie et du climat	H2020	Programme européen Horizon 2020
DGITM	Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer	HCERES	Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur
DGPR	Direction générale de la prévention des risques	HyCIAU	Processus hydrologiques et climatiques au service de l'adaptation de l'aménagement urbain
DRI	Direction de la recherche et de l'Innovation	IA	Intelligence Artificielle
DRIAS	Les futurs du climat, projections climatiques pour l'adaptation de nos sociétés	IAROR	International Association of Railway Operations Research
DSCR	Direction de la sécurité et de la circulation routières	IDEX	Initiative d'excellence
DST	Direction de la Surveillance du territoire	IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
EAVT	École d'Architecture de la Ville et des Territoires à Marne-la-Vallée	Ineris	Institut national de l'environnement industriel et des risques
ECOREB	Écoconstruction pour le Recyclage du béton	INRA	Institut national de la recherche agronomique
		IREX	Institut pour la recherche appliquée et l'expérimentation en génie civil
		ISS	Interaction sol-structure
		JCI	Japan Concrete Institute
		JPI	Joint Programming Initiative

Labex	Laboratoires d'excellence
LCPC	Laboratoire central des ponts et chaussées
LOM	Projet de loi d'orientation des mobilités
LPICM	Laboratoire de Physique des Interfaces et des Couches Minces
MaaS	Mobility as a Service
MED	Méthode des éléments discrets
MSFS	Mobilités Spatiales, Fluidité Sociale
MMA	Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
MTES	Ministère de la Transition écologique et solidaire
NEXT	Nantes Excellence Trajectory
ORSI	Opération de recherche stratégique et incitative
P+R	Parc relais, parking relais, P+R ou stationnement incitatif
PARI	Port and Airport Research Institute
PDMR	Programme de Discrétisation des Massifs Rocheux
PIA	Programme d'investissements d'avenir
PME	Petite et moyenne entreprise
Predit	Programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres
PWRI	Public Works Research Institute
R5G	Route de 5 ^e génération
Repsol	Société anonyme espagnole. Elle centre ses activités autour de l'exploration, la production, le transport et le raffinage du pétrole et du gaz naturel.
RSNB	Rencontres Scientifiques Nationales de Bron
RST	Réseau Scientifique et Technique
SACYR	Sacyr Vallehermoso est une entreprise espagnole de construction d'infrastructure et de promotion immobilière
SNCF	Société nationale des chemins de fer français
SUP&R ITN	Sustainable Pavements & Railways Initial Training Network
SURFFEOL	Surveillance et fiabilité des fondations d'éoliennes
TC	Traumatismes crâniens
TCMS	Train Control Management System
TER	Transport express régional
TerriTAP	Territoires Transport Action Publique
UERA	Alliance de recherche Européenne sur l'Urbain
UMR	Unité mixte de recherche
UNOTT	Université de Nottingham
UPEM	Université Paris Est Marne-la-Vallée
URS/ AECOM	Bureau d'études et de conseil en ingénierie américain
UTAC CERAM	Union technique de l'automobile, du motorcycle et du cycle/ Centre d'Essais et de Recherche Appliqué à la Mobilité
VERT	Le vélo évalué en rabattement dans les territoires
VESPA	Ville Eau Sol Plante Atmosphère



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

Directeur de la communication : Philippe Tamagny

Coordination : Farida Laval

Crédits photos : Ifsttar, Getty Images, photo-colpia.com, Dominique Perron, International Transport Forum / oecd 2017, Fabrice Jonckheere (JCK) / Université Paris-Est, Gérard Tordjman / Eiffage, Service Communication / Cerema Est, Cerema, Myrtille Visscher, Aix-Marseille Université, Mats Stading, E. Chailleux / Ifsttar-MAST-MIT, Erwan Hamard / Ifsttar-MAST-GPEM, L. Gaillet / Ifsttar-MAST, L. Gaillet et X. Chapeleau / Ifsttar – MAST et COSYS, SUP&R ITN

Conception graphique : Ifsttar et EFIL - www.efil.fr

Rédaction : Ifsttar et Kogito - www.kogito.fr

Juin 2018

Pour plus d'infos, connectez-vous sur

www.ifsttar.fr



◀ **Abonnez-vous
à notre magazine
Trajectoire**