



# CAMPUS DE NANTES

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2022



Bâtiment Viarme du LCPC - Nantes © LCPC

## QUI SOMMES-NOUS ?

Nous sommes une université créée en 2020 sur un modèle innovant rassemblant pour la première fois en France le triptyque université/écoles/organisme de recherche et dont l'ambition est de transformer la vie et les villes.

Nous sommes le fruit d'une histoire commune initiée il y a plus de 20 ans entre une université (Upem), un institut de recherche (Ifsttar), 3 écoles d'ingénieurs (ESIEE Paris, ENSG, EIVP) et une école d'architecture (École d'architecture de la ville & des territoires Paris-Est).

Par la mise en commun de nombreuses forces en matière de formation et de recherche, nous créons de meilleures synergies et offrons ainsi à nos différents publics une palette de compétences plus riche.

Outre son implantation principale dans l'est parisien, l'Université Gustave Eiffel possède des implantations régionales lui permettant également d'assurer sa mission de formation et de recherche. Cette multi-implantation est une particularité et un atout pour affirmer l'ambition nationale de l'établissement.

Chaque campus s'intègre dans un écosystème territorial qui permet d'accroître notre

capacité collective d'être et d'agir avec d'une part :

- Une vision nationale des sujets et objets
- Une capacité à favoriser le passage à l'échelle et à soutenir l'avènement de filières
- Une capacité à offrir des espaces d'apprentissage, et d'accroître l'attraction partenariale

et d'autre part :

- Le pouvoir de fédérer et de collaborer par entrecroisement des écosystèmes
- Une capacité à effectuer un croisement du besoins/compétences grâce à l'effet réseau
- Une capacité à accompagner l'action publique dans le développement de communs et dans la définition de leur cadre réglementaire, au plus proche des attentes territoriales.

Grâce aux équipements de pointe situés sur le campus de Nantes, nous recherchons, produisons et offrons notre expertise sur les axes de recherche suivants :

- Infrastructures et mobilités innovantes
- Énergies marines renouvelables
- Économie circulaire
- Mondes urbains

## NOS ÉQUIPEMENTS REMARQUABLES SUR LE CAMPUS DE NANTES

### Le manège de fatigue

Le manège de fatigue est un grand équipement d'essais accélérés sur chaussées. Situé sur le campus de Nantes de l'Université Gustave Eiffel, il permet de tester à échelle un, en temps réduit, la durabilité de solutions constructives des chaussées.



Bâtiment Viarme du LCPC - Nantes © LCPC

#### UN ÉQUIPEMENT DORÉNAVANT TOTALEMENT ÉLECTRIQUE

En 2022, d'importants travaux ont été réalisés afin de remplacer l'ancienne motorisation. Datant de l'origine du manège (plus de 40 ans), les anciens moteurs étaient hydrauliques et entraînés par une centrale électro-hydraulique avec un rendement faible, entraînant une consommation énergétique importante, même à très basse vitesse (gavage, balayage, refroidissement de l'huile hydraulique). Cette opération a été co-financée par le Conseil régional des Pays de la Loire, le Fonds européen de développement régional et l'Université Gustave Eiffel.

#### POUR EN SAVOIR PLUS

« Le manège de fatigue est maintenant entièrement électrique - article à lire sur le site internet de l'université »

### La centrifugeuse géotechnique

La centrifugeuse géotechnique du campus de Nantes est l'une des plus actives au monde. Avec son simulateur de séismes et son robot téléopérateur embarqué, la centrifugeuse permet d'étudier en modèle réduit le comportement d'ouvrages géotechniques comme les fondations, les ancrages off-shore, les remblais ou les soutènements.

C'est le seul équipement de cette nature pour des applications géotechniques en France, et une des plus grandes centrifugeuses au monde. Elle a bénéficié en 2022 d'une mise à neuf de sa motorisation, avec l'appui du

Conseil Régional des Pays de la Loire et du Fonds européen de développement régional.

Centrifugeuse en rotation © LCPC - Ringot Jean-François



# INFRASTRUCTURES ET MOBILITÉS INNOVANTES

## PROJETS DE RECHERCHE

### Projet InMob : améliorer la mobilité des déficients visuels

Dans le monde, 36 millions de personnes sont malvoyantes et leur nombre pourrait bondir à 115 millions en 2050. Dans le même temps, le nombre d'individus avec une « déficience visuelle modérée à sévère » devrait, lui, passer de 217 millions à 588 millions.

Ces estimations nous poussent à interroger la place de certaines technologies et leur inclusivité au regard du handicap. Car si l'accès à la géolocalisation est globalement considéré comme une commodité, le constat n'en demeure pas moins inquiétant : il n'existe pas de solution d'aide au déplacement répondant précisément aux besoins des personnes en situation de handicap.

C'est dans ce contexte qu'en 2022, l'équipe du laboratoire Geoloc de l'Université Gustave Eiffel s'est associée à la société Okeenea Digital pour créer InMob, un LabCom dédié à la mobilité des personnes en situation de handicap. L'objectif : développer une solution de géolocalisation plus précise que celles proposées aujourd'hui sur les applications GPS sur mobiles, dont la précision varie parfois jusqu'à cinq mètres.

« Cette imprécision représente un réel risque d'accident pour les personnes atteintes de déficiences visuelles. Notre objectif est de réduire ce gap au mètre grâce à l'observation des déplacements et au déploiement des méthodes d'intelligence artificielle pour apprendre de l'individu. », confie Valérie Renaudin, Directrice du laboratoire Geoloc.



Premier atelier de restitution des travaux du LabCom INMOB en juin 2022 sur le Campus de Nantes de l'Université Gustave Eiffel

Ainsi, le projet InMob s'appuie sur les usagers de Okeenea et les moyens d'essais du laboratoire Geoloc pour réaliser des expérimentations en conditions réelles de mobilité et collecter les données nécessaires aux algorithmes de calcul du positionnement dans l'espace.

#### POUR ALLER PLUS LOIN

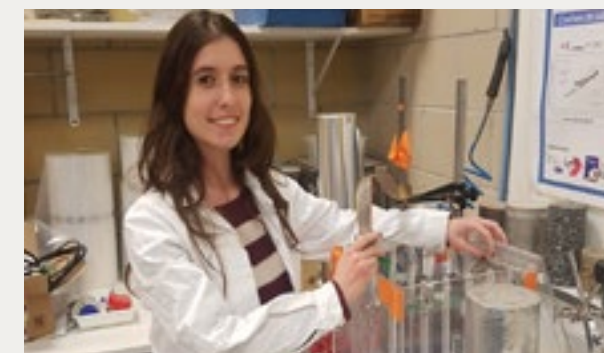
Ecoutez les podcasts dédiés au projet sur le site du laboratoire Geoloc

### Des capteurs intégrés dans le béton pour ausculter les risques nucléaires

Dans le cadre d'un projet de recherche entre l'ANDRA, le LMDC (Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions) et l'Université Gustave Eiffel, les travaux de thèse et de post-doctorat de Joanna Badr ont permis en 2022 le développement de capteurs de résistivité électriques.

Noyés dans des structures en béton armé depuis plus de 5 ans, ces capteurs permettent de suivre en continu l'évolution des profils de teneur en eau du béton avec une grande précision. Ils sont destinés au suivi de l'évolution de la teneur en eau des structures épaisses en béton armé du laboratoire souterrain de l'Andra pour s'assurer de la conservation de leur durabilité à long terme.

En outre, un déploiement dans différentes structures et différentes conditions d'exposition est prévu en 2023.



Joanna Badr  
© ANDRA

### Accueil d'une équipe polonaise dans le cadre du projet GEOLAB

L'infrastructure de recherche GEOLAB se compose de 11 installations uniques en Europe destinées à étudier le comportement du sous-sol et l'interaction avec les éléments structurels de l'infrastructure critique ainsi que l'environnement.

En 2022, l'Université Gustave Eiffel a accueilli à deux reprises une équipe Polonaise pour réaliser leurs expérimentations sur les pieux

coniques en centrifugeuse. Leur visite fait suite à un appel d'offres lancé en 2021 pour l'accès aux équipements remarquables mis à disposition dans le cadre du projet GEOLAB.

## APPUI AUX POLITIQUES PUBLIQUES

### Démonstrateur de chaussée urbaine démontable

Qui n'a pas été confronté à une chaussée neuve ou fraîchement rénovée dans laquelle il a fallu ouvrir une tranchée pour des travaux d'entretien ou de raccordement? Les conséquences en sont une fermeture provisoire pendant les travaux et des séquelles esthétiques en surface, mais aussi une imperméabilisation accrue des sols urbains.

Pour répondre à ces problématiques tout en s'inspirant d'un programme de recherche sur un concept innovant de chaussée urbaine démontable (CUD) piloté par le Laboratoire des Ponts et Chaussées (LCPC) entre 2003 et 2008, l'université Gustave Eiffel a développé un nouveau concept de CUD à surface fonctionnalisée : CUD-SF.



Le démonstrateur de CUD-SF de Nantes en cours de montage vu du ciel.  
© Eiffage Route,

Ce concept est basé sur des dalles de béton hexagonales et drainantes posées sur un matériau facilement excavable, même avec une pioche, tout en résistant au trafic. Il a été développé entre 2017 et 2022 dans le cadre du projet Istreet lauréat de l'appel à projets Routes du Futur du PIA3 opéré par l'ADEME. Le développement a été réalisé en partenariat avec Eiffage Route et le préfabricant Alkern.

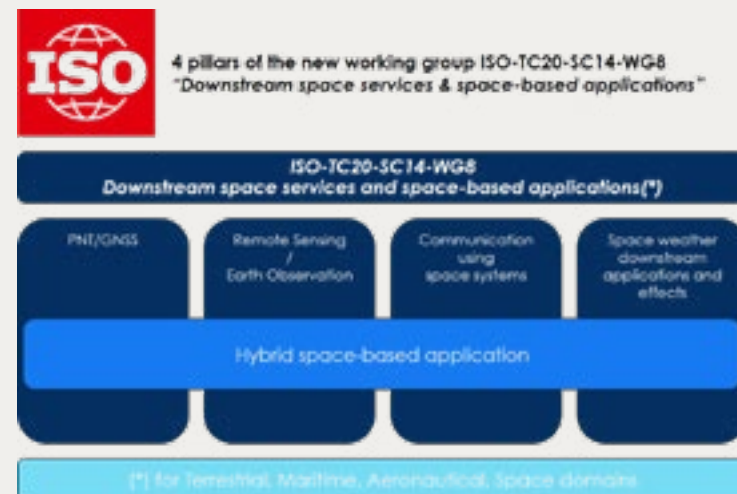
Une fois le concept validé sur le manège de fatigue de l'Université Gustave Eiffel, un démonstrateur de près de 200 m<sup>2</sup> soumis à circulation réelle a été réalisé à Nantes avec le soutien de Nantes Métropole au printemps 2022. Grâce à son aspect poreux et drainant, cette innovation non brevetée participe à l'offre de solutions aux collectivités pour des chaussées peu bruyantes, adhérentes, limitant les risques d'aspersion et d'inondation en cas de fortes intempéries.

POUR ALLER PLUS LOIN

Regards APP 2022 (page 25)

Elle facilite la maintenance des réseaux grâce à son caractère démontable/remontable. Elle participe également à la circularité de la construction (les dalles contiennent du béton recyclé et peuvent être elles même recyclées telles quelles, ou en granulats de béton, à leur tour).

### Pilotage d'un nouveau groupe de travail sur l'utilisation avale des services spatiaux



Record and Replay principle  
© GUIDE GNSS

### Transformer une construction routière économe en ressources naturelles et en énergie

Le recyclage et l'abaissement des températures de fabrication des matériaux routiers sont des solutions pertinentes pour réduire la consommation d'énergie et de ressources naturelles et pour atténuer l'impact sur l'environnement.

Le laboratoire MIT (Matériaux pour les Infrastructures de Transport) de l'Université Gustave Eiffel et le CEREMA ont publié en 2022 dans la RGRA (Revue Générale des Routes et des Aménagements) et dans la revue québécoise Viabitude, leurs résultats sur des enrobés à fort taux de recyclage utilisés sur le réseau routier national français. Pour apprécier l'homogénéité des mélanges

routiers incorporant des recyclés et la représentativité des fabrications industrielles en laboratoire, un essai de désenrobage séquencé s'appuyant sur des études de cas réels a été mis au point.

Prélèvement de matériaux  
© Mathieu Galiana /  
Université Gustave Eiffel

POUR ALLER PLUS LOIN

Regards APP 2022  
(page 24)



## COLLOQUES

### 6<sup>e</sup> conférence internationale sur les essais accélérés « Accelerated Pavement Testing » (APT)

La 6<sup>e</sup> conférence internationale quadri-annuelle sur les essais accélérés sur chaussées, appelée « Accelerated Pavement Testing » (APT), a été organisée avec succès à Nantes en avril 2022 par l'Université Gustave Eiffel. Cette conférence, soutenue par le TRB des États-Unis, s'est tenue pour la première fois en France.

La conférence, qui a rassemblé plus de 120 experts internationaux, a abordé les innovations dans les infrastructures de transports, notamment les essais accélérés en vraie grandeur, la conception, l'évaluation et l'auscultation des chaussées routières et aéronautiques. Malgré les reports causés par la pandémie de Covid-19, 46 des 73 communications expertisées publiées chez Springer en 2020 ont été présentées oralement.

Des conférenciers renommés, tels que le Professeur Imad Al Qadi de l'University of Illinois Urbana-Champaign (États-Unis) et le Professeur Sigurdur Erlingsson de l'University of Iceland et du Swedish National Road and Transport Research Institute, ont également pris la parole lors de l'événement.

La dernière journée de la conférence a été consacrée à des visites techniques et des démonstrations d'équipements sur le campus de l'Université, notamment le manège de fatigue et les machines FABAC.

Le manège de fatigue des chaussées  
© Anne-Sophie Seguin - Les Héroïnes



### Co-organisation du 1<sup>er</sup> Workshop international sur l'utilisation des biomatériaux dans les chaussées à Grenade

Le bitume est issu du pétrole, une ressource non renouvelable qui tend à se raréfier. Aux vues des consommations annuelles de bitume, il apparaît nécessaire de développer des liants alternatifs offrant des performances équivalentes aux liants pétroliers.

des expériences et des connaissances sur le développement de ce type de matériaux. La finalité est de voir émerger une communauté scientifique d'experts sur ce domaine important pour la décarbonation de l'industrie routière.

Un premier Workshop s'est tenu en 2022 à Grenade et a notamment favorisé le partage

1<sup>st</sup> International Workshop on the Use  
of Biomaterials in Pavements 13<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> June 2022  
© Laboratorio de Ingeniería de la Construcción



## MOBILITÉ INTERNATIONALE

### Accueil d'un chercheur de l'Université du New Hampshire

Dans le cadre du programme Visiting Professor de l'I-Site Future, le Docteur Eshan V. Dave, Professeur Associé à l'Université du New Hampshire (UNH, États-Unis), a été accueilli sur le campus nantais de l'Université Gustave Eiffel.

Pendant 9 mois, de septembre 2021 à mi-2022, dans le cadre du projet SMARTPAVE, des discussions ont eu lieu pour favoriser les synergies de recherche entre les deux universités. Le Docteur Dave a partagé ses travaux de recherche et son projet à plusieurs occasions, tant en interne

qu'en externe, notamment lors des FUTURE Days et des Journées Techniques Route (JTR).

Les liens entre le Dr. Dave et les équipes chaussées du campus nantais sont anciens, et son séjour sabbatique a permis de démarrer une thèse en co-tutelle sur l'optimisation multi-matériaux pour réduire l'échauffement urbain dans les chaussées. Le prochain séjour du Docteur Dave est prévu en juin 2023 pour la conception de projets de formation en collaboration avec l'UNH.

## ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

### PROJETS DE RECHERCHE

#### Comportement et durabilité des câbles pour les Énergies Marines Renouvelables (EMR)

Plusieurs projets de recherche se penchent sur le comportement et la durabilité des câbles utilisés dans les applications EMR. Ils visent à mieux comprendre le comportement et la durabilité des câbles, en tenant compte de différents matériaux et structures internes complexes. Deux catégories de câbles sont étudiées : les câbles d'ancrage métalliques ou synthétiques, et les câbles de transmission de l'énergie.

Le laboratoire SMC a travaillé sur les câbles d'ancrage métalliques des éoliennes flottantes dans le cadre du projet Oceagen, piloté par IDEOL et financé par l'ADEME. Ils ont développé un protocole d'essais de fatigue innovant permettant d'étudier différents rayons de courbure. Les résultats du projet sont en cours de valorisation.

Le laboratoire s'intéresse également aux câbles d'ancrage synthétiques dans le cadre du projet Monamoor, financé par FEM. Ils ont mis en place un suivi de l'endommagement par émission acoustique pour mieux comprendre les mécanismes de fatigue et de fretting-fatigue.

En ce qui concerne les câbles de transmission de l'énergie ou ombilicaux, le laboratoire a participé à deux projets. Le premier projet, SEASNAKE, réalisé en collaboration avec plusieurs partenaires européens, a permis des investigations de caractérisation des câbles

en statique et en fatigue. Le second projet, Dynamo, porte sur le suivi en service des câbles dynamiques et implique des essais en compression, traction et flexion 3 points.

Ces projets de recherche contribuent à améliorer la compréhension et la fiabilité des câbles utilisés dans les applications EMR, notamment pour les éoliennes flottantes en mer.

© Nicholas Doherty / Unsplash



## ENVIRONNEMENT ET RISQUES

### PROJETS DE RECHERCHE

#### Projet STRITTER : vers un territoire "Zéro pollution plastique"

La pollution plastique est un des enjeux environnementaux majeurs du siècle avec des estimations de flux à la mer de l'ordre du million de tonnes par an. En 2022, CITEO finance le projet STRITTER dont l'objectif est d'offrir un suivi des macrodéchets sur les surfaces urbaines et dans les eaux de ruissellement.

Porté par le Laboratoire Eau et Environnement (LEE) de l'Université Gustave Eiffel et réalisé en collaboration avec Nantes Métropole, le projet STRITTER s'inscrit dans la définition de stratégies de réduction de la pollution plastique sur le territoire nantais.

Dans la continuité du projet Plasti-nium, un des objectifs du projet est de quantifier les « stocks » de déchets sur des surfaces urbaines de natures différentes et présentant des activités diverses ainsi que d'identifier leur typologie. Il permet ainsi de faire le lien entre

ces « stocks » de déchets et les flux exportés vers le milieu hydrologique récepteur par le ruissellement des eaux pluviales.

Enfin, il favorise également l'observation de l'évolution des flux exportés au regard de pratiques de nettoyage et de collecte sur les surfaces urbaines.

Le projet STRITTER est financé par CITEO et réalisé en collaboration avec Nantes Métropole

© Markus Spiske / Unsplash



## Projet ANR PICS : la prévision immédiate des crues soudaines et des impacts associés

La restitution des travaux du projet de recherche ANR PICS (Prévision Immédiate intégrée des impacts des Crues Soudaines) lancé en 2018 a eu lieu le 18 mai 2022 en présence des partenaires du projet. Il a permis de développer une chaîne de prévision pour évaluer rapidement les zones inondées lors de crues soudaines.

Ce projet a été coordonné par l'Université Gustave Eiffel, et a mobilisé sept autres partenaires : Caisse Centrale de Réassurance (CCR), Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM), Cerema, Géosciences Rennes, Institut des Géosciences de l'Environnement (IGE), INRAE, et le Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations (SCHAPI - Vigicrues). Au sein du projet, le Cerema a développé une nouvelle approche d'estimation des zones exposées au ruissellement : la méthode Cartino2D.

*Si des premiers systèmes opérationnels de surveillance et d'avertissement ont été récemment déployés en France et dans le monde, ils restent pour l'heure largement perfectibles.*

Le Boréon à Saint Martin Vésubie (Alpes Maritimes)  
après la crue du 2 octobre 2020  
© Cerema - F. Adamo



## APPUI AUX POLITIQUES PUBLIQUES

### Participation à l'élaboration du rapport de l'Anses relatifs aux impacts sanitaires et environnementaux des matières plastiques



En juillet 2022, dans le cadre de l'élaboration du rapport de l'Anses sur les impacts sanitaires et environnementaux de matières plastiques biosourcées, biodégradables et compostables, l'Université Gustave Eiffel apporte son expertise scientifique dans l'analyse des microplastiques et leur devenir environnemental au sein du groupe de travail « Bioplastiques » mis en place à cette occasion.

Ce rapport d'expertise collective répond à la saisie de l'Anses par la Direction Générale de la Prévention des Risques le 16 novembre 2021.

Première de couverture  
du rapport d'expertise  
collective de l'Anses publié  
en octobre 2022  
© Anses

## OUVRAGE

Parution dans l'ouvrage **Rivers of Europe : « Continental Atlantic rivers : the Seine basin »** (pp. 293-332), Elsevier. (2022).

Auteurs : Garnier, J., Meybeck, M., Ayrault, S., Billen, G., Blanchoud, H., Carre, C., Gasperi, J., & Tales, E

# ÉCONOMIE CIRCULAIRE

## PROJET DE RECHERCHE

### Projet CARBOVAL : évaluation environnementale territoriale de la valorisation des scories du Nickel en Nouvelle Calédonie

La communauté européenne encourage la prise en compte de la valorisation des déchets ainsi que le captage, stockage et valorisation du CO<sub>2</sub> en définissant l'économie circulaire comme un des leviers majeurs pour diminuer les effets du changement climatique.

Le développement de cette approche est actuellement au cœur du projet CARBOVAL, où les déchets concernés sont les scories de nickel. Sous-produits de l'industrie pyrométallurgique, 3 millions de tonnes de scories sont produites et stockées chaque année en Nouvelle-Calédonie, ce qui représente un fort enjeu environnemental et économique.

L'évaluation environnementale et territoriale est réalisée au sein de la fédération de recherche IRSTV, et portée par une équipe projet transdisciplinaire entre le Laboratoire d'Économie et de Management de Nantes-Atlantique (LEMNA), l'ESO (UMR Espaces et Sociétés) et l'Université Gustave Eiffel.



Carte de la région de Nouvelle Calédonie

*À partir d'un procédé de minéralisation qui les transforme en les faisant réagir avec du CO<sub>2</sub>, les scories minéralisées offrent un potentiel de valorisation dans le secteur de la construction.*

## FORMATION ET ENCADREMENT

### Objectif Terre : une formation dédiée à la maîtrise d'œuvre et à la maîtrise d'ouvrage



La formation Objectif Terre est destinée aux professionnels de la maîtrise d'œuvre et de la maîtrise d'ouvrage qui souhaitent réaliser des projets de construction en terre crue.

Dispensée par des experts ayant une expérience de 15 à 25 ans dans ce domaine, cette formation combine théorie et pratique. Elle vise à aborder les différentes problématiques liées à l'utilisation de ce matériau dans le contexte actuel. La formation s'adresse aux architectes, ingénieurs et techniciens des bureaux d'études et de contrôle.

Son objectif global est de familiariser les participants avec la terre crue, ses caractéristiques et les techniques de mise en œuvre, ainsi que de les préparer à concevoir et gérer des projets dans ce domaine. La neuvième session de la formation s'est déroulée en septembre 2022 sur le campus de Nantes de l'Université Gustave Eiffel et a accueilli 12 nouveaux stagiaires.





Document publié par l'Université Gustave Eiffel

**Directeur de Campus** : Philippe Tamagny

**Directeur de la publication** : Gilles Roussel

**Directrice de la communication** : Sandrine Witeska

**Rédaction** : Université Gustave Eiffel

**Conception graphique** : Epok Design

**Crédits photos** : Université Gustave Eiffel, Unsplash

**Impression** : Mediagraphic

**Septembre 2023**