

Rapport d'activité 2023

Campus de Versailles



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Université
Gustave Eiffel

Sommaire

04

Bien plus qu'une université

05

Usagers vulnérables
des transports

- .05 Rétro-vision intelligente pour faciliter la détection des usagers vulnérables autour des bus de ville

06

Simulation,
réalité virtuelle
et augmentée

- .06 CATS (projet du PEPR eNSEMBLE) : vers une interconnectivité des outils informatiques

07

Véhicules et navettes
autonomes

- .07 ICCAM : un laboratoire international associé sur la mobilité connectée et autonome avec l'Université de Technologie du Queensland
- .08 Véhicules autonomes, automatisés et systèmes d'aide à la conduite
- .12 FAREB : optimisation de la gestion automatisée des parkings

14

Électronique
de puissance

- .13 ARCHIMEDE : vers la fiabilité des composants grand gap pour l'électronique embarquée dans les systèmes de mobilité

Bien plus qu'une université

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 (Université Paris-Est Marne-la-Vallée), 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 d'accompagner l'action publique par le développement de communs et le cadre réglementaire au plus proche des attentes territoriales.

En opérant des équipements scientifiques de pointe sur le campus de Versailles, nous recherchons, formons et proposons notre expertise dans les domaines suivants :

- électronique de puissance et génie électrique ;
- simulation et réalité virtuelle des villes et aménagements urbains ;
- comportements des personnes dans leurs actions de déplacement ;
- développement de systèmes pour les véhicules et navettes à délégation de conduite.



Avec l'essor que prennent les mobilités douces dans les villes, la détection des usagers vulnérables par les conducteurs de bus devient un enjeu majeur de sécurité routière. Expertise et accompagnement auprès de la société Keolis à Lyon.

PERSONNE IMPLIQUÉE

- Catherine Gabaude, chercheuse au LaPEA



Usagers vulnérables des transports

Rétro-vision intelligente pour faciliter la détection des usagers vulnérables autour des bus de ville

Depuis 2019, la société de transports Keolis Lyon, en lien avec le SYTRAL, l'autorité organisatrice des mobilités des territoires lyonnais, fait appel à l'expertise d'une chercheuse de l'Université Gustave Eiffel pour accompagner l'innovation et améliorer la détection des usagers vulnérables par le conducteur aux abords des bus de ville. Pour ce faire, Keolis a souhaité tester un système de caméras grand angle intelligentes pour améliorer la rétro-vision et ainsi remplacer les rétroviseurs des bus. Le système de rétro-vision intelligent combine les solutions Smart Vision et Safety Side.

Il fonctionne grâce à quatre caméras positionnées sur les côtés du bus pour remplacer les miroirs volumineux utilisés précédemment. Les caméras retransmettent les images sur des écrans situés à l'intérieur de l'habitacle du bus. Ces écrans proposent à la fois une vision similaire à celles des rétroviseurs classiques mais également une vision à grand angle pour réduire au maximum les angles morts. La caméra grand angle est accompagnée d'un système de détection visuelle et d'alerte sonore pour attirer l'attention du conducteur sur la possible présence d'autres usagers de la route à proximité. Ce dispositif a été récompensé en 2024 par le Prix de l'Innovation de la Sécurité Routière.

Dans ce cadre, le travail d'expertise effectué par Catherine Gabaude – chercheuse au Laboratoire de Psychologie et d'Ergonomie Appliquées (LaPEA) – UMR Université Gustave Eiffel et Université Paris-Cité – depuis 2019 s'est traduit par le suivi successif de quatre projets d'innovation, de leur élaboration à la mise en place dans les bus, jusqu'à leur optimisation a posteriori. La présence de Catherine Gabaude dans le projet a permis de mettre l'accent sur la co-construction entre partenaires, en incluant notamment fortement les conducteurs de bus dans la conception et la mise en œuvre de ces nouveaux systèmes. Grâce à des entretiens et des études quantitatives et qualitatives, l'équipe a recherché des solutions pour que l'activité du conducteur soit facilitée et non compliquée par l'intégration de ces nouveaux outils, ce risque aurait pu être en effet couru si l'innovation avait été imposée au lieu d'être co-construite.

Concevoir le futur de la collaboration numérique en développant des outils collaboratifs.

Simulation, réalité virtuelle et augmentée

CATS (projet du PEPR eNSEMBLE) : vers une interconnectivité des outils informatiques

Lancé en 2023, le Programme et Équipement Prioritaire de Recherche exploratoire « eNSEMBLE » est piloté par le CNRS, l'Université Paris-Saclay, l'Inria et l'Université Grenoble-Alpes. Il vise à concevoir le futur de la collaboration numérique en développant les outils collaboratifs afin de mieux répondre aux défis du XXI^e siècle, en particulier dans un contexte où la collaboration est « médiée » par le numérique. Il est financé par l'ANR dans le cadre du Plan d'investissements d'avenir France 2030. L'Université Gustave Eiffel participe à ce programme à travers le projet ciblé CATS, visant la création d'espaces de collaboration.

Des chercheurs du Laboratoire de Psychologie et d'Ergonomie Appliquées (LaPEA) et du laboratoire Perceptions, Interactions, Comportements et Simulations des Usagers de la Route et de la Rue (PICS-L) de l'Université Gustave Eiffel participent au premier projet ciblé de ce PEPR intitulé « Collaboration Across heterogeneous Spaces (CATS) ». Ce projet traite spécifiquement de la collaboration synchrone, c'est-à-dire en temps réel, et vise à développer de nouvelles approches et de nouveaux outils pour améliorer la collaboration numérique dans des environnements hétérogènes.

Les défis scientifiques abordés par ce projet proviennent d'un changement d'échelle le long des trois dimensions suivantes des espaces collaboratifs de travail :

- diversité des utilisateurs ;
- diversité des dispositifs/modalités d'interaction ;
- complexité des ensembles de données, des tâches et des environnements.

Un quatrième défi consiste à gérer les transitions dynamiques entre les différents espaces de collaboration. Ceci exige une approche intégrative prenant en compte les trois dimensions ci-dessus. L'objectif de cette recherche est de concevoir des espaces permettant une collaboration continue et transparente, unifiant ainsi les pratiques à distance et en présentiel, les collaborations étroitement coordonnées, ainsi que les interactions de groupe, en sous-groupes ou lors d'apartés spontanés.

Le projet CATS a pour objectif de connecter différentes plateformes telles que les ordinateurs, les casques de réalité virtuelle (VR), les simulateurs, etc., en réseau local ou à distance, permettant donc de travailler simultanément sur différents types de matériels. Cela permettrait, dans le cadre de simulations, d'interconnecter de nombreux simulateurs de voitures, de vélos, de piétons, etc., rendant ainsi la simulation encore plus fidèle aux conditions réelles.

Fruit de 20 ans de coopération entre les laboratoires PICS-L (Perceptions, Interactions, Comportements et Simulations des Usagers de la Route et de la Rue) et LaPEA (Laboratoire de Psychologie et d'Ergonomie Appliquées) et de la Queensland University of Technology (QUT), en Australie, sur le sujet des mobilités connectées et autonomes, l'ICCAM (International Centre for Connected and Automated Mobility) a été fondé en 2023 pour une durée de 5 ans.

Véhicules et navettes autonomes

ICCAM : Un laboratoire international associé sur la mobilité connectée et autonome avec l'Université de Technologie du Queensland

L'ICCAM est un Laboratoire International Associé (LIA), c'est-à-dire un laboratoire collaboratif, entre la France et l'Australie, focalisé sur les mobilités connectées et automatisées. Ce partenariat avec la Queensland University of Technology (QUT) couronne une collaboration de deux décennies entre les chercheurs des laboratoires PICS-L et LaPEA et ceux de la QUT, débutée en 2004. Ces collaborations se sont traduites par des projets collaboratifs, des co-tutelles de doctorat, des articles co-signés, des conférences et la publication d'un ouvrage.

Il s'articule autour de quatre axes de recherche :

1. HUDrive (*Humans: Users, Drivers, and Passengers*) Humains: Utilisateurs, Conducteurs, et Passagers)

Le développement des véhicules automatisés et autonomes transforme le rôle et la responsabilité du conducteur, ainsi que les interactions avec les autres usagers. HUDrive explore ces transitions de responsabilité entre le conducteur et le système de copilote, améliore l'interaction et propose de nouveaux concepts pour une conduite plus sûre.

2. UniT (*Understand and Improve Technologies for CAV*) Comprendre et améliorer les technologies des véhicules connectés et autonomes)

Les véhicules connectés et autonomes s'appuient sur des capteurs et des algorithmes pour percevoir et analyser l'environnement et prendre une décision. Toutefois, les approches robotiques courantes ne tiennent pas compte de l'hétérogénéité de l'environnement routier. UniT s'attaque spécifiquement à ce défi en développant de nouvelles méthodes de détection, de prise de décision et de la planification, basées sur la perception coopérative et étendue.

3. IISaM (*Innovative Infrastructures for Smarter Mobilities*) Infrastructures innovantes pour des mobilités plus intelligentes)

L'infrastructure joue un rôle essentiel dans le déploiement et la sécurité de la mobilité future. IISaM vise à intégrer les attentes et les avantages des nouveaux véhicules dans la conception, la modernisation et l'entretien des infrastructures routières et de transport. Ce projet vise à identifier les besoins d'adaptation des infrastructures routières urbaines pour répondre aux attentes des citoyens en les traduisant en solutions innovantes et en comparant les politiques de financement des infrastructures routières et les approches expérimentales des gestionnaires de routes.

PERSONNES IMPLIQUÉES

- Jean-Marie Burkhardt (LaPEA)
- Nguyen-Thong Dang (PICS-L)



○ **4. MoTraM (*Mobility and Traffic Management*
Gestion du trafic et des mobilités)**

L'innovation des technologies de la mobilité obligent à repenser la gestion de la mobilité et du trafic. MoTraM explore les différents aspects de l'exploitation des données émergentes pour la planification, l'exploitation, la gestion et le contrôle des réseaux. Cela inclut la prévision de la demande à long terme et la gestion du trafic en temps réel, en comprenant les interactions complexes entre les systèmes de transports multimodaux et le comportement des voyageurs.

En réunissant les expertises de la France et de l'Australie, l'ICCAM se positionne comme un acteur-clé dans le domaine de la mobilité connectée et autonome. Cette collaboration promet de transformer les transports de demain en offrant des solutions concrètes et innovantes pour répondre aux enjeux de la mobilité du futur.

PERSONNES IMPLIQUÉES

- Dominique Gruyer
 - Patricia Delhomme
 - Christophe Jallais
-

Véhicules autonomes, automatisés et systèmes d'aide à la conduite

Le développement des véhicules automatisés et autonomes (VA) et, plus largement, l'utilisation des intelligences artificielles dans les modes de transports, soulève des questions primordiales sur la sécurité de ces nouveaux usages.

L'Université Gustave Eiffel est reconnue pour son expertise en matière de développement des véhicules automatisés et de leur impact sur le trafic. Depuis plus de vingt ans, ses chercheurs se consacrent à cette problématique en travaillant à la conception de ces nouvelles mobilités, au développement des systèmes nécessaires à l'automatisation de la conduite, et aux méthodologies permettant de les tester, les évaluer, et les valider.

Ces travaux sont nécessaires pour pouvoir participer à l'écriture des nouvelles normes. Les premières études sur cette thématique du VA ont été menées dans les années 2000 avec l'utilisation des prototypes LoLa et VIPER, suivies dans les années 2010 par la nouvelle génération de prototype robotisé (CARLA), jusqu'à, aujourd'hui, la dernière génération de véhicule robotisé et électrique (Zoé). Ce dernier est d'ailleurs partie prenante dans une plateforme expérimentale d'excellence appelée ImPACT 3D. Impact 3D est actuellement constitué de 2 parties : ImPACT 3D AV pour la Zoé robotisée, et ImPACT 3D VR&Motion pour la plateforme de simulation dynamique et immersive 6 DoF. Cette expertise repose sur un large patrimoine scientifique composé de nombreuses plateformes de simulations aussi bien logicielles que matérielles, telles que Sense-city, qui confèrent à l'Université Gustave Eiffel une position incontournable sur le plan national et international.

Ainsi, l'Université Gustave Eiffel participe à de très nombreux projets sur les véhicules automatisés et autonomes. À travers ceux-ci, elle collabore avec de nombreux organismes français et européens, privés comme publics, pour concevoir, tester, évaluer, et valider en simulation et en condition réelle des nouveaux systèmes de mobilité automatisée.

Pro-SiVIC et Impact3D : Des solutions de simulation pour le prototypage, le test et la pré-certification des ADAS et des CAV

Pro-SiVIC est une plateforme de simulation avancée de véhicules, d'infrastructures et de capteurs développée par l'Université Gustave Eiffel en 2003, valorisée par la start-up CIVITEC en 2009, puis intégrée dans la société ESI Group après son acquisition en 2015. Destinée aux entreprises et aux chercheurs, elle cible les systèmes d'aide à la conduite avancée (ADAS) et les véhicules automatisés et connectés (VAC).

La plateforme permet de créer un environnement de test hautement réalistes, intégrant des infrastructures physiques et numériques, des conditions météorologiques et des composants présents dans les véhicules, tels que les capteurs et les environnements logiciels permettant la conduite automatisée.

En 2023, Pro-SiVIC a continué de proposer des solutions de simulation de pointe, permettant de prototyper, tester et évaluer les systèmes et les véhicules dans des conditions proches de la réalité, réduisant les coûts et les besoins d'essais sur le terrain. Les tests couvrent un large spectre de scénarios routiers défavorables et à risque, incluant le trafic mixte, le trafic dense et les conditions météorologiques extrêmes.

La capacité d'évaluer et valider des fonctions, des algorithmes, et des modèles dans des conditions contrôlées, répétables, et reproductibles est essentielle pour garantir leur sécurité et leur efficacité en vue de leur mise en œuvre dans les futurs véhicules automatisés.

Cette plateforme répond aux besoins techniques variés des utilisateurs et améliore les performances des fonctions, systèmes et applications embarquées dans les VA et VAC. Pro-SiVIC joue un rôle crucial dans l'évolution des technologies nécessaires au développement des véhicules automatisés, contribuant ainsi à un avenir plus sécurisé sur nos routes. Plusieurs modèles numériques fidèles sont disponibles pour alimenter cette plateforme (Versailles/Satory, site Paris2Connect, Transpolis, et prochainement la ZEHNS à Bordeaux).

PERSONNE IMPLIQUÉE

- **Dominique Gruyer,**
directeur de recherche au laboratoire PICS-L - Département COSYS, adjoint au directeur de département et directeur de la mission Véhicule Automatisé pour l'Université Gustave Eiffel, directeur du Laboratoire International Associé ICCAM (Franco-Australien)

PARTENAIRES

- ESI
 - CIVITEC
-

Citcom.AI: Aider le développement de la mobilité de demain dans les Smart Cities

Lancé le 1^{er} janvier 2023, le projet Citcom.AI est un projet européen lauréat de l'appel à projet AI Testing and Experimentation Facilities (TEF) du Digital Europe Programme, Horizon Europe, de la Commission européenne.

CitCom.AI est décomposé de 36 partenaires européens provenant de 11 pays et en trois « super nœuds » nordiques, centraux et Sud, avec des satellites et des sous-nœuds (ou clusters). L'université Gustave Eiffel fait partie du « super nœud » central et du cluster français situé en Île-de-France.

Ce projet s'articule autour de trois thèmes, chacun porté par des consortiums propres :

- Power, qui vise à transformer les systèmes énergétiques et à réduire la consommation d'énergie;
- Connect, qui se concentre sur le développement d'infrastructures locales et de services intersectoriels au service des citoyens;
- Move, qui se consacre à la conception de transports plus efficaces et plus écologiques, en lien avec la logistique et la mobilité.

L'Université Gustave Eiffel joue un rôle clé dans le thème Move, en se focalisant sur le développement et le test d'algorithmes d'apprentissage automatique pour les environnements urbains. Les domaines d'application incluent notamment la prévision du flux de piétons, les intersections intelligentes, telles que l'identification des problèmes de sécurité routière, l'électromobilité et la conduite autonome.

Le cluster français est constitué de quatre partenaires : en sus de l'université, le LNE (Laboratoire national de métrologie et d'essais), l'IRT SystemX, et l'UTAC. À travers un portail unique, ce consortium offre aux entreprises (start-ups et PME) et aux chercheurs des dispositifs de test et d'expérimentation subventionnés. Ces ressources sont destinées à la fois aux concepteurs de systèmes d'IA et aux fabricants de composants physiques nécessaires à la mobilité automatisée, tels que des caméras ou des capteurs.

Plus concrètement, ces moyens expérimentaux et les études menées doivent permettre de sécuriser l'usage de l'IA et de proposer des voies d'amélioration de ses performances permettant de garantir sa fiabilité.



ImPACT VR & Motion



Sense-City

ImPACT AV

"Sécuriser l'usage de l'IA et proposer des voies d'amélioration de ses performances permettant de garantir sa fiabilité"

Les services proposés par le cluster français concernent :

- les tests de simulation de la solution d'ingénierie numérique selon des scénarios de tests ajustés, afin de tester le produit dans de multiples environnements;
- les tests de réalité virtuelle pour évaluer les fonctionnalités du produit dans un environnement donné;
- les tests réels pour mettre à l'épreuve la solution innovante et vérifier sa résistance aux contraintes physiques (mobilité, obstacles...);
- l'évaluation est basée sur des données de la fiabilité des algorithmes et des systèmes basés sur l'IA;
- l'assistance à la définition d'un plan d'évaluation de système basé sur l'IA;
- la certification des processus de développement de l'IA pour adapter les méthodes en amont de la mise en œuvre de la réglementation IA.
- les tests de cybersécurité pour garantir la sécurité des composants utilisés;
- les techniques de développement de produits.

Plus concrètement, ces moyens expérimentaux et les études qui sont menées doivent permettre de sécuriser l'usage de l'IA et proposer des voies d'amélioration de ses performances permettant de garantir sa fiabilité.

Citcom.IA fournit une expertise sur la conception, les infrastructures de test, les évaluations et certifications des systèmes et composants. L'Université Gustave Eiffel met à disposition des infrastructures de test de pointe comme Sense-City, ImPACT 3D VR & Motion ou encore ImPACT 3D AV. Par cette initiative, l'établissement contribue activement au développement de solutions d'intelligence artificielle pour les véhicules automatisés et connectés en milieu urbain et péri-urbain, s'engageant ainsi dans les mobilités de demain.

PERSONNE IMPLIQUÉE

- **Dominique Gruyer,** directeur de recherche au laboratoire PICS-L - Département COSYS, adjoint au directeur de département et directeur de la mission Véhicule Automatisé pour l'Université Gustave Eiffel, directeur du Laboratoire International Associé ICCAM (Franco-Australien)

FINANCEMENT

- Commission européenne

PARTENAIRE

- LNE
- IRT SystemX
- UTAC

Le projet PRRD FAREB (Flotte Autonome de Robots Évitant les Blocages), initié en 2022 et conclu en 2023, a pour principal objectif d'améliorer la planification des trajectoires de valets de parking afin de créer un système entièrement automatisé capable d'éviter les blocages (deadlocks) et les collisions, un problème qui nécessitait auparavant l'intervention d'opérateurs humains en temps réel.

PERSONNES IMPLIQUÉES

- **Rémi Saint**, chercheur au laboratoire sur la Perception, les Interactions, les Comportements et la Simulation des usagers de la route (PICS-L)
- **Joris Tillet**, post-doctorant au laboratoire sur la Perception, les Interactions, les Comportements et la Simulation des usagers de la route (PICS-L)

FAREB : optimisation de la gestion automatisée des parkings

Ce projet est le fruit d'un partenariat avec la start-up Stanley Robotics, reconnue pour ses solutions innovantes dans le domaine des parkings automatisés notamment utilisés dans les aéroports. Le principe de leur technologie repose sur des robots capables de soulever et déplacer des véhicules de manière autonome, permettant ainsi une optimisation de l'espace en éliminant la nécessité de laisser des espaces vides entre les voitures.

Sous la co-direction de Rémi Saint, chercheur au laboratoire sur la Perception, les Interactions, les Comportements et la Simulation des usagers de la route (PICS-L) de l'Université Gustave Eiffel et Aurélien Cord, co-fondateur et directeur technique de Stanley Robotics, et avec la contribution de Joris Tillet, postdoctorant, l'équipe a développé un système de planification de trajectoire avancé pour les robots de parking. Contrairement aux méthodes précédentes qui considéraient uniquement les prochains mètres de leur trajectoire, ce nouveau système analyse non seulement les chemins possibles, mais également les moments précis où chaque robot sera présent sur une section donnée de sa trajectoire.

L'innovation-clé réside dans la capacité du système à ajuster en temps réel le profil de vitesse des robots. En simulation, les trajectoires et les vitesses théoriques sont calculées puis corrigées lors de tests en conditions réelles pour tenir compte d'imprévus, tels que la présence d'un piéton. Ce processus permet de minimiser les temps d'attente et d'assurer une fluidité optimale dans le parking, tout en garantissant l'absence de blocages. Des tests ont été menés à l'aéroport de Lyon-Saint Exupéry en mai 2023, où quatre scénarios différents ont été comparés avec l'ancien et le nouveau système. Les résultats ont démontré une réduction significative des temps de parcours et une absence totale de deadlocks, validant ainsi l'efficacité du nouveau système de planification.

Forts de ce succès, l'Université Gustave Eiffel et Stanley Robotics prévoient de poursuivre leur collaboration en 2024 avec un projet de prématuration sélectionné dans le cadre du programme Sci-Ty, qui se concentrera sur les parkings relais. Ces infrastructures présentent des défis différents, notamment des pics d'affluence marqués. Le projet impliquera une première phase de simulation, en partenariat avec des urbanistes de l'Institut Paris Région, pour intégrer les aspects utilisateurs et piétons. Si cette phase est concluante, une démonstration réelle sera envisagée en 2025.

Le projet européen ARCHIMEDE est soutenu par l'ambition Horizon-KDT (Key digital technologies), désormais intégrée au programme Chips-JU. Ce programme vise à accompagner et financer des actions de recherche et d'innovation en matière de composants et systèmes électroniques afin de renforcer la position de l'Europe en tant que leader mondial de l'industrie des semi-conducteurs.

Électronique de puissance

ARCHIMEDE : vers la fiabilité des composants grand gap pour l'électronique embarquée dans les systèmes de mobilité

Dirigé par l'entreprise autrichienne AVL, ce projet rassemble une quarantaine de partenaires européens. Parmi les partenaires figurent des grands groupes industriels du secteur de l'aéronautique et de l'automobile, des géants de la mobilité tels que Safran, Stellantis, Valeo et Mercedes-Benz. Côté académique, la France est représentée par l'Université Gustave Eiffel et l'Université de Grenoble-Alpes.

Débuté en mai 2023, le projet vise à garantir la durabilité de l'électronique embarquée dans les systèmes de mobilité, tant aéronautiques qu'automobiles. Alors que la durée de vie d'une voiture est d'environ 10 à 15 ans, l'électronique embarquée doit répondre aux exigences de durabilité que justifient les enjeux énergétiques et écologiques actuels.

Le laboratoire Systèmes et Applications des Technologies de l'Information et de l'Énergie (SATIE) est une UMR de l'Université Gustave Eiffel, de l'ENS Paris-Saclay, de l'ENS Rennes, du CNRS, du CNAM, de l'université de Cergy et de l'université de Rennes. Il s'est concentré sur les semi-conducteurs grand gap, en particulier ceux à base de carbure de silicium (SiC) et de nitrure de gallium (GaN). Ces composants de nouvelle génération permettent des performances supérieures en termes d'efficacité énergétique, de volume et de poids des systèmes, conditions sine qua non pour être embarqués, mais leur fiabilité reste un défi majeur. Reconnu comme une référence nationale, voire mondiale, dans le domaine du vieillissement des composants de puissance, le laboratoire SATIE apporte une expertise rare en France dans l'évaluation de la durée de vie de ces composants, en menant sur eux des essais intensifs pour évaluer leur résistance.

« L'objectif du projet ARCHIMEDE est de comprendre et de modéliser les mécanismes de dégradation des composants grand gap pour améliorer leur durabilité. L'implication de l'Université Gustave Eiffel dans ce projet d'envergure européenne est essentielle, car elle nous permet de partager notre expertise et de collaborer avec des leaders industriels et académiques pour développer des solutions innovantes » souligne Zoubir Khatir, directeur du laboratoire SATIE.

© Stanley Robotics.



En 2023, deux actions principales ont été menées dans le cadre du projet. La première a porté sur l'étude de la fiabilité des composants à base de carbure de silicium (SiC). Cette étape a permis de définir les méthodologies de test et de mettre en place l'instrumentation nécessaire pour les essais. Des plateformes de test ont été adaptées pour accueillir ces nouveaux composants et les premiers modules du partenaire STMicroelectronics, leader sur le marché automobile, ont été réceptionnés. Ces composants sont soumis à des essais de durabilité où ils sont exposés à des cycles de fortes sollicitations électriques et thermiques. Ces tests, répétés des centaines de milliers de fois, permettent d'observer et de comprendre les mécanismes de dégradation et les facteurs influents, avec l'objectif d'augmenter la durabilité des composants en usage.

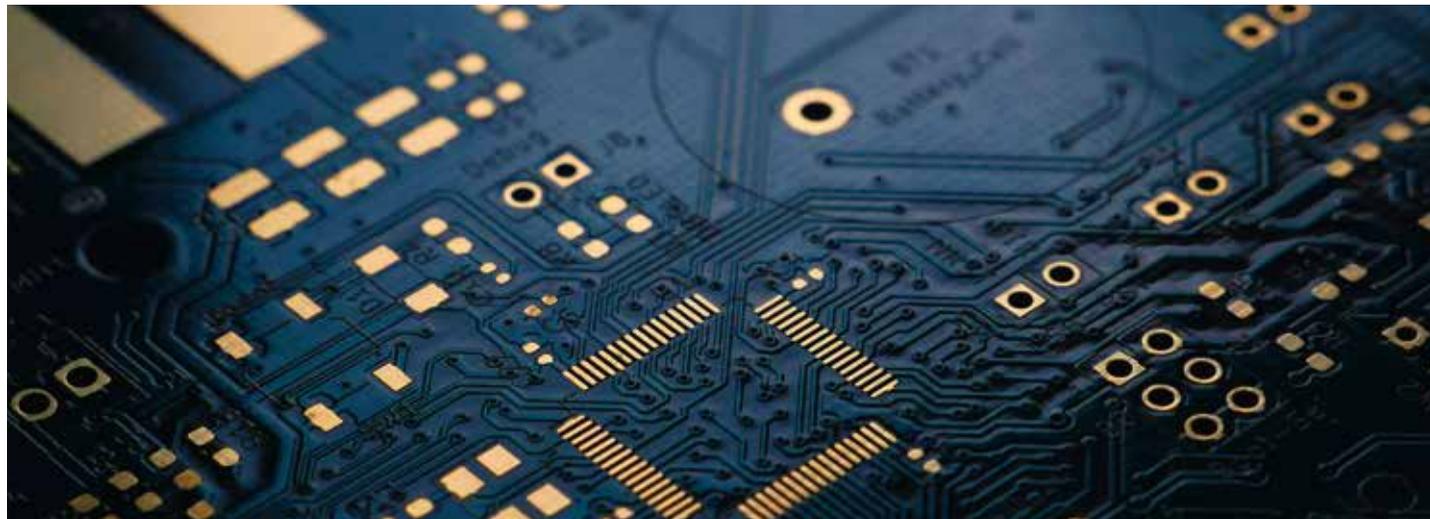
PERSONNES IMPLIQUÉES

Laboratoire Systèmes et Applications des Technologies de l'Information et de l'Énergie (SATIE) :

- Zoubir Khatir, directeur du laboratoire SATIE
 - Ali Ibrahim
 - Richard Lallemand
 - Damien Ingrosso
-

La deuxième activité s'est concentrée sur les démonstrateurs utilisant le nitrure de gallium (GaN). Ces composants, encore moins matures à l'heure actuelle pour les applications de puissance, seront également exposés à des stress électriques et thermiques afin de comprendre les causes et les mécanismes de défaillance liés à leur usage. L'objectif est d'améliorer les connaissances sur leur comportement et d'adapter la manière de les solliciter, pour une meilleure durabilité.

Démarré en mai 2023 et prévu se terminer en 2026, avec des partenaires académiques tels que le CEA-Leti, l'IRT Saint-Exupéry, le G2ELab de l'Université Grenoble, et des industriels comme STMicroelectronics, Stellantis, Vitesco Technologies et Mercedes-Benz, le projet promet des avancées significatives pour les technologies de mobilité durable, au bénéfice de l'industrie et de la société.



Document publié par l'Université Gustave Eiffel
Directeur de Campus: Jean-Bernard Kovarik
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: Imprimeur Simon
Juillet 2024

