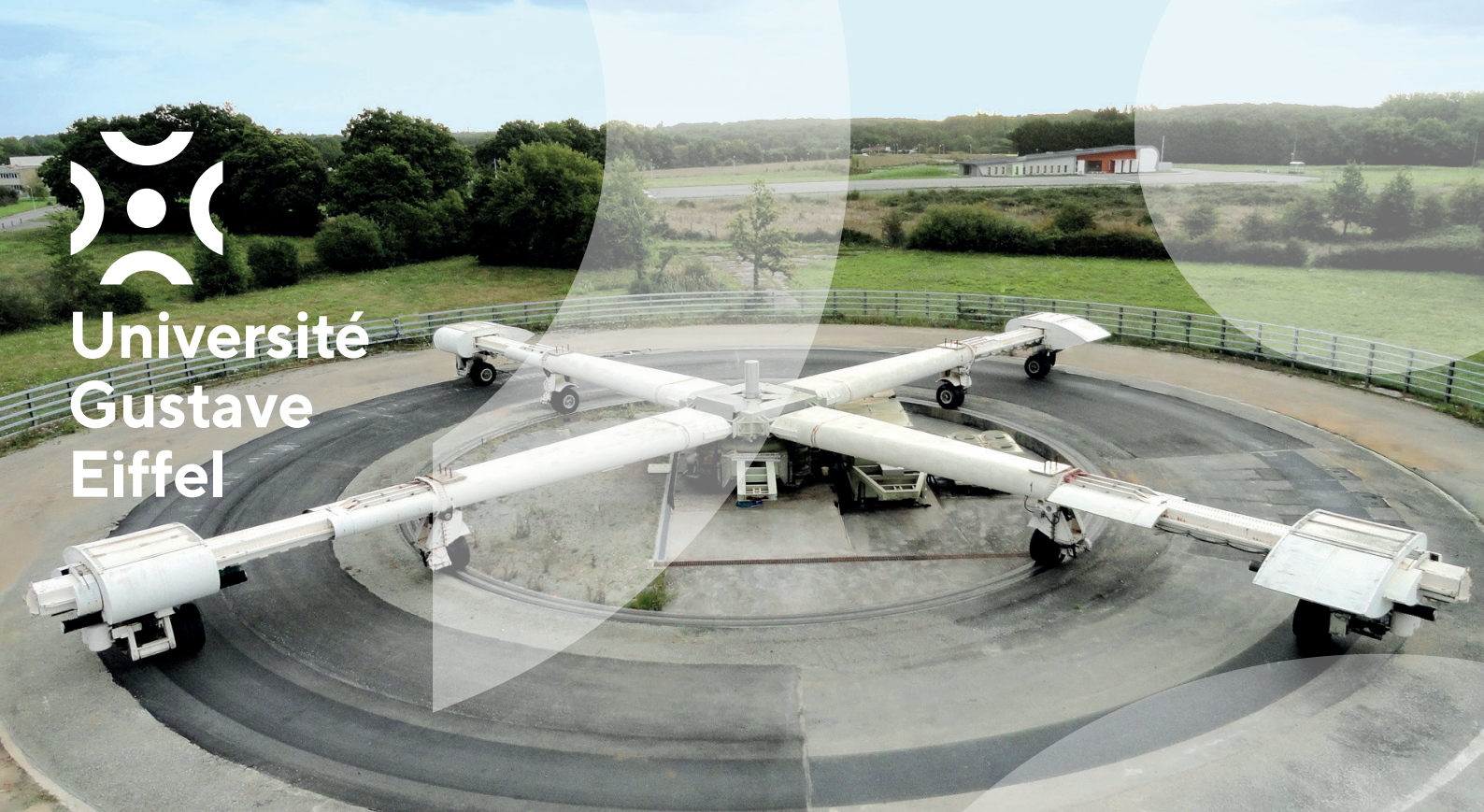




Université
Gustave
Eiffel



Un grand équipement de l'Université Gustave Eiffel

LE MANÈGE DE FATIGUE DES STRUCTURES ROUTIÈRES

Un accélérateur de trafic exceptionnel

Le manège de fatigue de l'Université Gustave Eiffel est un simulateur de trafic, permettant d'étudier le comportement en vraie grandeur des chaussées sous trafic lourd accéléré. Entré en service en 1984, plus de 130 structures ont été testées à ce jour, en partenariat avec la profession.

D'un diamètre de 40 m, sa puissance permet d'entraîner jusqu'à 100 km/h des charges de plus de treize tonnes placées en bout de bras. Deux mois de rotation peuvent représenter jusqu'à 20 ans de trafic poids lourd subi par une chaussée à moyen trafic (T3 : 150 PL/jour), ce qui correspond à 1 million de chargements appliqués. Les essais peuvent concerner les structures de chaussées neuves avec des matériaux innovants, leurs techniques d'entretien et de renforcement, mais aussi tout élément de voirie ou de technique d'auscultation.

Par ses performances (piste de 120 m de long, vitesse de chargement pouvant aller jusqu'à 100 km/h), c'est l'une des plus grandes installations de ce type dans le monde.

Le manège

Le manège est formé d'une tourelle centrale et de quatre bras à l'extrémité desquels peuvent être fixées des charges roulantes reproduisant les configurations d'essieux des poids lourds courants (roues simples ou jumelées montées sur essieux simples, tandem ou tridem).

Au milieu de chaque bras un appui intermédiaire roulant sur un anneau en béton armé permet de stabiliser les bras et d'éviter les surcharges dynamiques. Les trains de roulement circulant en bout de bras possèdent un système original de suspension à faible raideur permettant le contrôle des charges appliquées aux chaussées expérimentales, quel que soit leur degré de dégradation. Les charges peuvent se déplacer latéralement pendant la rotation du manège, afin de simuler le balayage transversal du trafic routier.



Demi-essieu à roues jumelées © Myr MURATET

Les pistes

Le site dispose de **trois anneaux d'essais** permettant de déplacer le manège d'un site à l'autre en une semaine. Les pistes ont un rayon moyen de 17,5 m, la largeur de la chaussée est de 6 m. Il est possible de brocher les trains de roulement à différents rayons moyens de rotation le long des bras (de $R = 15,50$ m à $R = 19,50$ m). Un anneau présente un périmètre moyen de 110 m, qu'il est possible de subdiviser en plusieurs secteurs d'essais dévolus ou non à une même problématique.

L'un des anneaux est doté d'un **cuvelage en béton** de 3 m de profondeur et 10,40 m de large, rempli d'un sable argileux et muni de systèmes de pompage permettant de piloter le niveau de la nappe phréatique dans le sol support des chaussées expérimentales. Il est possible de faire varier ce niveau en cours d'expérience pour reproduire les cycles hydriques saisonniers.



Vue aérienne des trois pistes d'essai © Antoine SOHM



Cuvelage pour le contrôle du niveau de la nappe phréatique © LAMES

Construction des chaussées

Les chaussées testées sont réalisées avec du matériel courant de construction routière.



Construction d'une piste manège © LAMES

Instrumentation et auscultation des chaussées

Les structures de chaussées sont instrumentées à la construction afin de pouvoir suivre leur évolution. Les paramètres généralement mesurés sont : la déflexion de la chaussée, les déformations longitudinales et transversales dans les couches traitées, les déformations verticales dans les couches non liées et les températures. D'autres capteurs peuvent être utilisés pour des applications spécifiques : accéléromètres, géophones, sondes de teneur en eau, fibres optiques, etc.

Les chaussées sont également suivies par des relevés visuels et des essais d'auscultation non destructive. Les mesures réalisées de manière courante sont : les déflexions à la poutre Benkelman et avec le FWD, le profil transversal (mesure de profondeur d'ornière), les relevés de fissuration. Des auscultations avec le radar sont aussi réalisées, soit de manière classique pour déterminer les épaisseurs des structures mais aussi pour détecter des évolutions ou dégradations des matériaux.

Les dimensions du manège permettent d'accueillir la plupart des matériels d'auscultation routière. L'instrumentation et l'auscultation sont adaptées lors de chaque essai. Les collaborations avec les équipes présentes sur le campus de Nantes de l'Université Gustave Eiffel permettent de réaliser de nombreuses autres mesures : bruit de roulement, propriétés de texture et d'adhérence, émission de particules. Des essais de caractérisation mécanique des matériaux sont systématiquement réalisés.



Réalisation de mesures de déflexion avec un FWD © LAMES

Caractéristiques techniques

Puissance installée : 650 kW
Charge roue simple large : 45 kN
Charges roues jumelées : 65 kN
Charges tandem roues simples/jumelées : 90 kN/130 kN

Charges tridem roues simples : 135 kN
Vitesse maximale à R = 19 m : 100 km/h
Trafic journalier maximal : 55 000 chargements à 70 km/h
Balayage transversal : +/- 52 cm (réglable si balayage réduit)

En 2022, les anciens moteurs ont été remplacés par des moteurs électriques. Les études et les mesures indiquent une réduction de la consommation d'énergie de l'ordre de 30 à 50 % (en fonction de la vitesse), ce qui est considérable. Ces travaux ont été co-financés par le Fonds européen de développement régional et l'Université Gustave Eiffel.



UNION EUROPÉENNE



CE PROJET EST CO-FINANÇÉ PAR LA RÉGION ET LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL



Université
Gustave Eiffel

Domaines d'application du manège

Les essais accélérés permettent d'étudier le comportement à long terme des chaussées sous charges réelles, dans des délais très réduits (de l'ordre de 3 à 6 mois). Ils sont indispensables pour **valider les innovations routières** et pour la **recherche**, car ils permettent l'étude des mécanismes de dégradations des structures routières, ainsi que la validation de modèles et la mise au point de méthodes d'auscultation et d'instrumentation.

Domaine d'études courants :

- Test de nouveaux matériaux et de nouvelles structures
- Validation de modèles de dimensionnement,

Mais les possibilités d'essais sont bien plus vastes :

- Techniques d'entretien et de renforcement
- Évolution des caractéristiques de surface
- Structures pour transports en commun
- Pièces de voiries et autres équipements soumis au trafic (tranchées, tampons de canalisations)
- Évaluation de méthodes d'auscultation et d'instrumentation
- Infrastructures innovantes (recharge des véhicules, récupération d'énergie)

Les essais accélérés aident ainsi à répondre aux besoins des futures infrastructures routières :

- Amélioration de la durabilité et de la résilience au changement climatique
- Développement de matériaux plus économes en ressources et en énergie
- Adaptation aux nouveaux véhicules (électriques, autonomes, etc.)



Test d'un rail pour l'alimentation des poids lourds électriques © LAMES



Test de dalles de chaussée urbaine démontable © MIT

De multiples partenariats

Entreprises de construction routière : Colas, Eiffage, Vinci Construction

Projets ANR : Recyroute, Soldugri, Binary

Projets européens : BioReparation, NEMO

Projet du PIA : CAYD (routes électriques)

Chaussées urbaines et composites : Alstom, Bombardier, Saint-Gobain, Gaz de France, Tensar, 6D Solutions, EJCO

Producteurs de matériaux : Shell, Total Energies, UNPG (union nationale des producteurs de granulats)

Acteurs de l'industrie cimentière et des chaussées en béton : SPECBEA, France Ciments

Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités (DGITM)

Association des sociétés françaises d'autoroutes, ASFA

Ministère des Transport du Québec.

Contacts



LAMES
LABORATOIRE
AUSCULTATION,
MODÉLISATION,
EXPÉRIMENTATION
DES INFRASTRUCTURES
DE TRANSPORT

Juliette BLANC

juliette.blanc@univ-eiffel.fr

Mai-Lan NGUYEN

mai-lan.nguyen@univ-eiffel.fr

Allée des Ponts et Chaussées,
CS 5004
44344 Bouguenais Cedex