

Université
Gustave Eiffel



Le simulateur ferroviaire SySIFe

Système de Sollicitation d'Infrastructures Ferroviaires

Un grand équipement de l'Université Gustave Eiffel

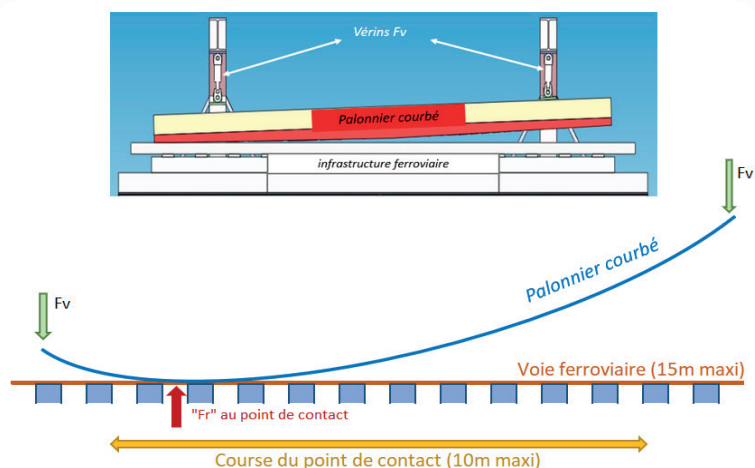
Le simulateur de trafic ferroviaire SySIFe permet de réaliser des essais accélérés dans le cadre d'expérimentations visant à étudier, en grandeur réelle, l'effet du trafic sur une structure ou une voie ferroviaire potentiellement instrumentée.

SySIFe se veut à la fois une plateforme expérimentale de recherche-action ferroviaire et un outil d'essai et d'expertise, permettant également de valider des méthodes et moyens d'auscultation.

La plateforme SySIFe propose deux dalles d'essais de tailles différentes (40 m² et 90 m²), permettant de travailler à des échelles variées tout en conservant un même principe de sollicitation de la voie ferroviaire. Selon la plateforme concernée, la vitesse de circulation peut atteindre 100 km/h avec une charge maxi imposée de l'ordre de 25 t. À cette vitesse, le simulateur est capable d'appliquer 800 passages d'essieux par heure, soit l'équivalent d'une trentaine de TGV par heure ou, pour donner un ordre de grandeur, le triple du trafic moyen quotidien supporté par la LGV Sud-Est.

SySIFe

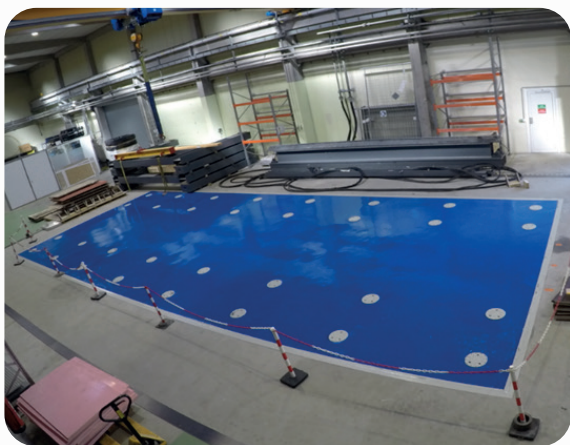
Le simulateur SySIFe est une structure mécano-soudée dotée d'un palonnier mobile oscillant, dont la partie inférieure est de forme arquée. Les extrémités de ce palonnier sont reliées au bâti rigide par deux paires de vérins hydrauliques, chacun équipé de capteurs de force et de déplacement. Cette instrumentation permet de piloter précisément les vérins, et donc de maîtriser la charge, la vitesse et la position du palonnier sur les rails. Le trafic souhaité peut ainsi être reproduit sur le tronçon testé.



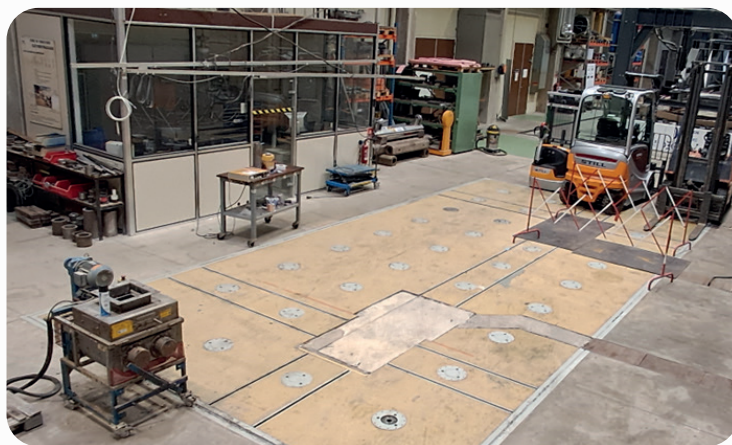
Principe de SySIFe © SII

Les dalles d'essais

SySIFe peut être installé sur deux dalles d'essais distinctes, de 90 m² et de 40 m². Chacune est équipée d'un réseau d'ancrages qui permet également de fixer divers dispositifs expérimentaux. Conçues pour couvrir une large gamme de configurations, ces dalles offrent une grande flexibilité d'aménagement et s'adaptent aux besoins spécifiques de chaque étude. La dalle de 90 m² est destinée aux essais à l'échelle de la structure, tandis que celle de 40 m² convient mieux aux essais mécaniques sur des sous-ensembles.



Grande dalle © SII



Petite dalle © SII

Caractéristiques techniques

Grande dalle

Dimensions maxi des structures expérimentales :
L : 15 m – l : 4,40 m – h : 1,20 m

Capacité du simulateur :

Charge : 25 t

Vitesse : 100 km/h

Trafic journalier : 19 000 chargements

Petite dalle

Dimensions maxi des structures expérimentales :
L : 9 m – l : 2,70 m – h : 0,70 m

Capacité du simulateur :

Charge : 25t

Vitesse : de l'ordre de 60km/h

Trafic journalier : 19 000 chargements

Construction des voies

De nombreux types de voies peuvent être installés ou réalisés à l'échelle 1 sur la grande plateforme de SySIFe : voies sur dalle, voies ballastées ou voies bitumineuses. Les travaux sont réalisés par des entreprises qualifiées en génie civil et ferroviaire selon les processus classiques de fabrication et mise en œuvre des matériaux, de compactage et de contrôle des caractéristiques de chaque couche, afin de garantir une bonne représentativité des ouvrages réalisés.

La portance du support de la voie peut être ajustée par l'installation d'un tapis élastomère.



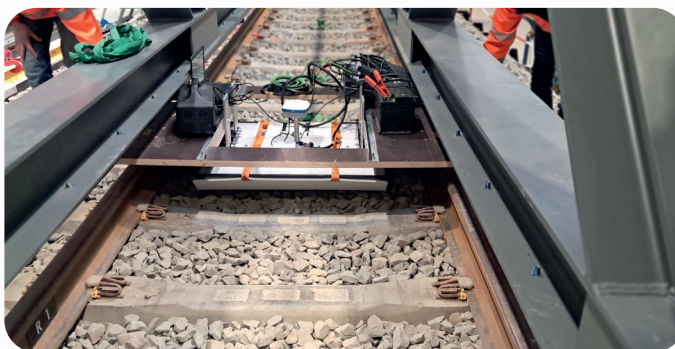
Construction de la voie © SII

Instrumentation et auscultation de la voie

Une instrumentation destinée à caractériser le comportement de la structure, ainsi que l'apparition et l'évolution de désordres, peut être mise en place lors de sa réalisation. Elle est généralement composée de jauges de déformation verticales (couches non liées) ou horizontales (couches liées), de sondes de température et de teneur en eau, d'accéléromètres et de géophones.

Ces dispositifs peuvent être complétés par des capteurs innovants, tels que des fibres optiques capables de mesurer en continu la déformation (profil de déformation). Les fibres optiques permettent par exemple de mesurer un bassin de déflexion ou de détecter des fissures dans une dalle de béton et de suivre leur évolution.

D'autres techniques d'auscultation sont également envisageables, comme l'imagerie radar, qui nécessite de positionner des cibles au sein de la structure lors de la construction.



Mesures Radar © SII



Fibre optique sur rail © SII

Domaines d'application de SySIFe

SySIFe permet de reproduire et d'évaluer, sur des temps d'essai réduits, le comportement à long terme des infrastructures ferroviaires soumises à des chargements représentatifs du trafic réel, répondant ainsi aux besoins de recherche, d'études et d'expertises.

La plateforme SySIFe est principalement destinée à l'étude du comportement des structures ou de couches de structures, et peut être utilisée pour de nombreuses applications :



Voie type LGV 2025© SII



Structure type LGV 2025© SII

Validation technique

- Évaluer des solutions innovantes pour les structures ferroviaires

Sécurisation des voies

- Tester des équipements de voie contribuant à la sécurité des réseaux ferroviaires

Mise au point de méthode d'auscultation et de suivi

- Éprouver des méthodes d'auscultation ou d'instrumentation innovantes.

Quelques références

- **REVES** : projet visant à augmenter le gabarit des tunnels existants, de façon économique et peu invasive, en intégrant les rails directement dans une couche d'enrobé.
- **Minerve** : projet d'étude du comportement d'une voie ballastée de type LGV comportant une couche d'enrobé.
- **DIAM** : projet visant à optimiser l'exploitation et la fiabilité des infrastructures ferroviaires par le développement de solutions innovantes, notamment un compteur d'essieux connecté et un déflectomètre ferroviaire.

Financement de SySIFe

La plateforme SySIFe a été cofinancée dans le cadre d'un CPER 2015-2020 et d'un investissement scientifique de la région Pays de la Loire.



Contacts



LABORATOIRE SII
STRUCTURE ET
INSTRUMENTATION
INTÉGRÉE



Vincent LE CAM
Stéphane BOURON
Ivan GUÉGUEN

sysife@listes.univ-eiffel.fr

Allée des Ponts et Chaussées,
CS 5004
44344 Bouguenais Cedex