

Apprentissage et détection de surcharges pour des poids-lourds en circulation autoroutière à partir de mesures dynamiques de pesage

Introduction au sujet :

Les stations de pesage en marche pour les véhicules poids lourds (Weigh In Motion, WIM) sont des outils stratégiques destinés à permettre le Contrôle Sanction Automatisé (CSA) des surcharges, afin d'une part de préserver au maximum l'état des infrastructures routières, et d'éviter des concurrences déloyales entre compagnies de transport d'autre part [1]. A l'heure actuelle de nombreux pays européens disposent de sites, surtout autoroutiers, équipés en stations WIM. Cependant très peu de juridictions autorisent la mise en place du CSA surcharge car les systèmes doivent répondre à des exigences métrologiques strictes pour éviter d'éventuelles contestations d'amendes. De même ils doivent être suffisamment performants afin d'éviter que trop de véhicules en réelle surcharge échappent au contrôle.

Actuellement, on observe une incertitude dans les mesures de masses par essieu, liée aux conditions dynamiques de passage des poids-lourds, aux vibrations, aux caractéristiques de la chaussée ou à la position du véhicule. C'est le cas, en particulier, des configurations de PL T2S2 et T2S3 (Tracteur à 2 essieux, Remorque à 2 ou 3 essieux), qui représentent environ 80% du trafic lourd en Europe. Ces incertitudes compromettent la conformité métrologique exigée pour un usage réglementaire et réduisent la capacité du WIM à servir d'outil totalement fiable.

L'objectif visé par ce stage est de caractériser la variabilité des mesures par des facteurs observables et inobservables, dans le but de détecter les mesures de pesage atypiques, potentiellement associées à des situations de surcharge. Par ailleurs, ce stage s'inscrit dans le cadre du projet de recherche SETO (<https://setoproject.eu/>) du programme Horizon Europe.

Travaux à réaliser :

Les travaux s'appuieront sur une base de données issue de stations instrumentées en double WIM, permettant pour chaque passage de disposer de deux pesées successives. Cette configuration offre un cadre particulièrement riche pour analyser la variabilité des mesures, comparer deux observations supposées proches d'un même véhicule et identifier plus finement les situations où une ou deux pesées présentent des incohérences. On pourra également s'appuyer sur les résultats d'une campagne de relabellisation par images permettant d'enrichir ces données d'informations supplémentaires telles que la silhouette réelle du poids lourd, le nombre d'essieux effectivement au sol, la présence ou non d'éléments aérodynamiques additionnels, ou d'autres attributs visuels caractéristiques. Ces variables nouvelles, combinées à la redondance du double WIM, forment un socle pour l'analyse à mener.

Le travail commencera par une analyse descriptive approfondie des données disponibles. Cette première étape vise à caractériser les populations de véhicules, avec une attention

particulière portée aux configurations T2S3 qui représentent la cible principale. L'objectif sera d'identifier et de quantifier les facteurs expliquant la variabilité des mesures : vitesse de passage, position latérale, angle d'approche, distribution des masses par essieu, cohérence entre les deux pesées successives, ainsi que l'apport des attributs visuels disponibles. Selon sa disponibilité, une petite base de pesées statiques pourrait également servir de référence pour étudier la précision et les biais des mesures WIM.

Dans un second temps, l'objectif sera de mettre en place et d'évaluer des méthodes d'apprentissage statistique destinées à distinguer les bonnes et mauvaises mesures, à quantifier la dispersion observée et à détecter des situations de surcharge, qu'elles soient globales ou localisées sur un essieu particulier. Les approches envisagées incluent des techniques de classification supervisée ou semi-supervisée, des méthodes de détection d'anomalies et des modèles permettant d'associer à chaque observation un score de confiance reflétant la qualité de la mesure. Des méthodes telles que les Random Forest, les Isolation Forest, le Gradient Boosting ou encore celles à base d'apprentissage de représentation via les réseaux de neurones profonds ([2],[3], [4]) pourront être mobilisées. Ces travaux pourront également s'inspirer de [5] et les compléter de façon plus ambitieuse.

En dernier lieu, ce stage constitue la phase amont d'un projet de thèse de doctorat Cifre, actuellement en cours de structuration. La poursuite en doctorat sera conditionnée par les résultats du stage et l'adéquation du profil du candidat.

Références

- [1] Overweight vehicles: impact on road, infrastructures and safety: A piarc special project, 2022 SP01 www.piarc.org
- [2] Tuffery S, Data Mining et Statistiques Décisionnelles. La science des données, Technip, 2017
- [3] Tuffery S, Big data, Machine learning et apprentissage profond, Technip, 2019
- [4] Bengio Y, Courville A, Goodfellow, I, L'apprentissage profonde, Massot Editions, 2018
- [5] Guelbi D, Analyse statistique de données caractéristiques de poids lourds en vue de la pré-détection de surcharges dans un contexte de préservation des infrastructures, Université Gustave Eiffel, septembre 2025

Disciplines abordées : Statistiques, probabilités, informatique, analyse et fouille de données

Profil recherché : étudiant de M2 ou équivalent (M1 exclu)

Modalités / Démarrage envisagé : mars 2026 pour une durée de 6 mois

Financement envisagé / Montant : environ 600€/ mois + 75% des frais RATP sur justificatif

Contacts :

Université Gustave Eiffel : Dimitri Daucher (dimitri.daucher@univ-eiffel.fr)
Allou Samé (allou.same@univ-eiffel.fr)