

Sources et conversion d'énergie pour les transports

Infos pratiques

- > ECTS : 3.0
- > Nombre d'heures : 26.0
- > Langue(s) d'enseignement : Français
- > Niveau d'étude : BAC +5
- > Période de l'année : Enseignement neuvième semestre
- > Méthodes d'enseignement : En présence
- > Forme d'enseignement : Cours magistral et Travaux dirigés et Travaux pratiques
- > Campus : Campus de Ville-d'Avray
- > Composante : Systèmes Industriels et techniques de Communication
- > Code ELP : 5Z9ASOUR
- > En savoir plus : Page web de la composante <https://ufr-sitec.parisnanterre.fr>

Présentation

Ce cours développe les fondamentaux des moyens de transport en intégrant les enjeux de durabilité des structures, notamment liés à la fatigue des matériaux. L'objectif est de comprendre comment réduire les consommations d'énergie et de diminuer les émissions de gaz à effet de serre, enjeux majeurs aujourd'hui.

PARTIE FIABILITÉ - FERROVIAIRE :

Lors de la conversion de l'énergie en force motrice, la plupart des composants sont soumis à des chargements cycliques ou répétitifs, susceptibles d'entraîner une dégradation progressive des matériaux, conduisant à terme à la fissuration puis à la rupture. Le cours traite du phénomène d'endommagement lié à la fatigue des matériaux. Ce phénomène est considéré avec importance dans l'industrie car on estime qu'il est à l'origine de 80% des avaries. Ces problématiques seront largement illustrés avec des exemples issus plus particulièrement du ferroviaire et d'autres domaines.

PARTIE MOTEURS THERMIQUES :

Les moteurs thermiques sont des machines de conversion d'énergie qui ont largement contribué au développement de l'automobile et de l'aviation. Cet enseignement propose de revisiter les principaux cycles thermodynamiques des moteurs thermiques en les abordant sous l'angle de la modélisation numérique et de l'optimisation.

À partir des bases de thermodynamique acquises durant la formation, les étudiants mettront en œuvre leurs compétences en programmation et en simulation pour modéliser un cycle moteur selon le combustible, le cycle de combustion et le régime moteur. Le cours portera également sur l'évaluation des émissions polluantes, en particulier dans le cadre des nouveaux carburants, ainsi que sur le développement sous Python d'une application web de simulation permettant d'estimer le rendement thermique, la puissance et le couple.

Objectifs

PARTIE FIABILITÉ - FERROVIAIRE :

À partir des bases acquises en matériaux et en mécanique durant la formation, les étudiants découvriront :

- les mécanismes physiques de la fissuration par fatigue des matériaux,
- les méthodes expérimentales de caractérisation de la résistance d'un matériau et les attentes des industriels dans ce domaine,
- la modélisation et le dimensionnement de composants industriels avec prise en compte de chargements complexes issus de mesures en service ainsi que de l'aspect probabiliste du phénomène de fatigue,
- les essais de validation sur composants et la mise en place d'une politique de surveillance et de maintenance pour les composants de sécurité.

PARTIE MOTEURS THERMIQUES :

L'objectif est de comprendre les sources, les conversions et les usages de l'énergie dans différents domaines des transports. Les étudiants apprendront à analyser les besoins énergétiques des systèmes de transport, à comparer leurs performances, à identifier les leviers d'optimisation et à intégrer les enjeux de rendement, de consommation et d'émissions dans une démarche de transition énergétique.

Évaluation

Contrôle continu (évaluation des TP/projets et/ou interrogation écrite et épreuve écrite). Une épreuve écrite pour la partie ferroviaire et pour la partie moteurs thermiques un compte rendu des séances sera produit par les étudiants. Pour la partie moteurs thermiques, l'évaluation peut porter à la fois sur la qualité scientifique du travail, la traçabilité de l'usage de l'IA et la capacité des étudiants à conserver une maîtrise critique des résultats. Le rapport et les documents liés au projet seront organisés pour une sauvegarde numérique du travail réalisé.

Compétences visées

Partie Fiabilité - Ferroviaire :

- Acquérir des outils théoriques et expérimentaux pour assurer la fiabilité des composants industriels contre le phénomène de fatigue et ainsi éviter les défaillances en service.

Partie Moteurs thermiques :

Cette partie est traitée pour donner les clés pour estimer la charge (aérodynamique, routière) du véhicule, les puissances nécessaires, les consommations, les émissions CO₂ et l'impact du type de motorisation. Les compétences visées sont :

- Mobiliser des approches de modélisation physique générative sous contraintes (physiques ou techniques) imposées pour simuler et comparer des comportements de moteurs en condition de roulage ou de vol (sous charge aérodynamique, charge routière, ou autre type de charge).
- Développer une application web pour la simulation et la visualisation, en s'appuyant sur des outils de codage assisté par IA, tout en assurant la validation technique, la cohérence fonctionnelle et la maîtrise du code généré.
- Intégrer de manière critique des outils d'IA dans la conception, le prototypage et le développement d'interfaces interactives destinées à l'analyse, à l'illustration ou à l'optimisation de moteurs thermiques.

Examens

Épreuve écrite de 1 h pour la partie ferroviaire et compte rendu des séances pour la partie moteurs thermiques (CR et programmes python).

Ressources pédagogiques

Ressources mobilisées pour la partie moteurs thermiques : bibliothèques Python dédiées au calcul scientifique, à la simulation et à la visualisation ; Environnements de développement et de prototypage (venv, conda); Approches de modélisation physique générative ; Outils d'IA pour l'assistance au codage ; Cadre pour le développement d'applications web interactives ; Guides méthodologiques et séances de travaux dirigés pour l'accompagnement des étudiants.

Contact(s)

> **Bruno Serio**

Responsable pédagogique
bserio@parisnanterre.fr