



Moteurs et Carburants Alternatifs (MOCA) (UEE 3ème année) - Campus de Châlons-en-Champagne

Informations pratiques

Niveau requis :
2e année Arts et Métiers ParisTech ou
Master 1 en sciences et technologies

Niveau : Graduate

Langue du cours
Français et quelques heures en anglais

Période : Automne

Nombre d'heures : 150

Crédits ECTS : 13

En savoir plus

Responsable
Jean-Charles Ricaud

Équipe pédagogique
Marion Spagnési
Sébastien Millot

Contexte et objectifs



Utilisés principalement dans le transport, mais également dans nombreux domaines industriels, agricoles, etc., les moteurs à combustion interne absorbent toujours une part importante des ressources énergétiques en hydrocarbures de la planète et produisent une part significative des émissions anthropiques de CO₂. Dans un contexte d'épuisement inéluctable des hydrocarbures et à l'heure où la limitation des émissions de CO₂ est devenue un enjeu climatique mondial, des solutions énergétiques acceptables sur les plans social, économique et environnemental doivent être trouvées. La remise en cause des besoins et modes de consommation d'énergie est certes nécessaire, mais le rôle des ingénieurs est également d'améliorer les solutions techniques actuelles et d'en imaginer de nouvelles.

Pour répondre à ces défis, l'expertise vise à :

- **Former des ingénieurs opérationnels dans tous les domaines liés à la production des carburants alternatifs et des énergies non conventionnelles, à leur utilisation dans les moteurs et dans les piles à combustibles.**
- **Dans ces domaines, ces ingénieurs seront :**
 - Conscients des grandes stratégies énergétiques engagées en France, en Europe et dans le reste du monde ;
 - Connaisseurs de l'état des diverses ressources énergétiques non renouvelables et du potentiel des renouvelables ;





- Formés aux méthodes d'évaluation économique, aux bilans "well-to-wheel", à l'analyse des cycles de vie ;
- Aptes à orienter les choix technologiques dans les processus de transition énergétique ;
- Capables d'imaginer des solutions techniques compatibles avec le développement durable, de les mettre en œuvre et de les perfectionner.

Atout de la formation



L'enseignement est assuré en grande partie par **des intervenants du milieu industriel** (Avril, Clarke Energy, Continental, Delphi, Liebherr, MAN, PSA, Renault, Total, Toyota, Volvo Truck, ...), **de cabinets d'expertise et d'organismes professionnels** (Institut Français du Pétrole et des Énergies Nouvelles, Thinkstep, pôle de compétitivité Industrie-Agro-Ressources, ...), avec lesquels a été créé un partenariat pour **assurer une offre de stages de fin d'étude**.

L'expertise pourra **faciliter l'accès aux écoles de spécialisation** telles que l'IFP-school, pour les élèves qui le souhaitent.

Programme



Premier semestre : 4 modules

Module 1 : Enjeux énergétiques et environnementaux

- Contexte.
- Les carburants conventionnels d'origine fossile et leurs limitations.

Ce module introductif dresse un panorama des ressources énergétiques, de la consommation d'énergie et des émissions de CO₂ dans les divers secteurs industriels et non-industriels, puis se focalise sur les secteurs utilisateurs des moteurs à combustion. Les réglementations et politiques de soutien aux carburants alternatifs sont expliquées. Les carburants conventionnels, sur lesquels se basent encore la conception et le fonctionnement de la majorité des moteurs commercialisés dans le monde, sont présentés.

Module 2 : Carburants alternatifs

- Propriétés physico-chimiques et spécifications.
- Le gaz naturel et le GPL. Origine, production, distribution.





- Le biogaz. Origine, production, distribution.
- Les biocarburants liquides. Origine, production, distribution.
- L'hydrogène. Origine, production, distribution.

Pour pouvoir être utilisés en tant que carburant dans les moteurs, tout composé chimique doit respecter des spécifications précises et évolutives (et ce même si les adaptations du côté des moteurs sont permanentes). Les raisons d'être de celles-ci et leurs caractérisations expérimentales sont détaillées. On passe ensuite en revue les composés chimiques pouvant prétendre au rôle de carburants dits alternatifs (gaz, biogaz, biocarburants liquides, hydrogène, ...), en décrivant leur origine, leur production et leur distribution.

Module 3 : Moteurs et piles à combustible

- Théorie de la combustion.
- Injection et combustion des carburants dans les moteurs à combustion interne.
- Réduction des émissions de CO₂ et de la consommation en carburant.
- Conception et fonctionnement des moteurs à combustion interne utilisant les carburants alternatifs.
- Les moteurs à source de chaleur externe.
- La pile à combustible.

Ce module est le plus important en volume horaire. Il adapte le point de vue du motoriste, en tant qu'utilisateur des carburants, en se focalisant sur les interactions entre le carburant et le moteur : injection, combustion, ... Les moteurs à combustion interne sont examinés dans leurs différentes applications : "light-duty" (automobile), "heavy-duty" (poids-lourds) et "off-road" (industriels, marins, agricoles, stationnaires, ...). À chaque fois, l'enseignement se base sur le fonctionnement avec les carburants conventionnels puis transpose au fonctionnement avec les carburants alternatifs.

Les moteurs à source de chaleur externe (principalement Stirling) et les piles à combustibles sont également étudiés.

Hormis le carburant, les autres moyens d'action dont disposent les motoristes pour réduire les émissions de CO₂ sont passés en revue.

Module 4 : Outils d'analyse technico-économique et de développement





- Analyse de cycle de vie, bilans "well-to-wheel" (en dépense énergétique et en émissions de CO₂) et EROI des carburants (conventionnels et alternatifs).
- Bilan exergétique de la production et de l'utilisation des carburants (conventionnels et alternatifs).
- Théorie et pratique des plans d'expérience.

Ce module vise à donner aux élèves le recul nécessaire pour quantifier les rendements énergétiques et les émissions de CO₂ de toute la chaîne de production-utilisation des carburants.

Le module aborde par ailleurs la théorie et la pratique des plans d'expérience, très utilisés dans la mise au point des moteurs.

Second semestre : stage de fin d'étude

Le stage de fin d'étude est réalisé en entreprise. Le partenariat avec les industriels participant à l'enseignement facilite la recherche du stage. Mais les élèves-ingénieurs peuvent proposer leur sujet de stage sous réserve qu'il soit en adéquation avec le thème et que le niveau du travail soit compatible avec celui confié à un ingénieur débutant.

Débouchés



Ingénieur de développement, d'études, d'analyse stratégique, de projets, etc. dans des entreprises telles que :

- Fabricants de moteurs (automobiles, poids-lourds, agricoles, marins, industriels)
- Fabricants de piles à combustible
- Équipementiers
- Sociétés d'ingénierie de moteurs
- Sociétés d'ingénierie en énergies alternatives
- Sociétés de service de transport
- Producteurs de carburants conventionnels
- Producteurs de biocarburants
- Producteurs d'hydrogène
- Etc.





Modalité d'évaluation

Contrôle continu : 1 note au minimum par module.

Cette expertise reçoit le soutien de la société [AVL](#).

