



**Direction Techniques d'Applications Energétiques**  
Stage R102/2012/n° 1

**Titre : Modélisation et gestion de la thermique sur un véhicule hybride**  
**Durée du stage et période souhaitée : 5 à 6 mois**

### **Description du sujet :**

Le contexte social, politique et environnemental actuel impose des réductions importantes des émissions de gaz à effet de serre, en particulier le CO<sub>2</sub>, ainsi que des émissions de gaz polluants liés au transport. À partir de son expérience en motorisation thermique, acquise notamment en partenariat avec des constructeurs automobiles, IFP Energies nouvelles conçoit et finalise des solutions technologiques pour réduire toujours un peu plus la consommation des véhicules et limiter au maximum leur impact sur l'environnement. Dans cette optique d'optimisation énergétique, IFP Energies nouvelles travaille donc sur la conception, le dimensionnement, le contrôle et la calibration des différents composants (moteurs thermiques dédiés, stockage de l'énergie électrique, etc.) d'un Groupe Moto-Propulseur (GMP) innovant.

Dans ce contexte de complexification des GMP, la simulation système occupe une place prépondérante dans la chaîne de conception d'un moteur et d'un véhicule automobile. En effet, à IFP Energies nouvelles, les systèmes virtuels sont utilisés sur toutes les étapes du cycle de développement. IFP Energies nouvelles développe à ce titre des bibliothèques spécifiques moteur (IFP-Engine), véhicule (IFP-Drive) et post-traitement (IFP-Exhaust) afin de répondre à ces problématiques automobiles en pleine expansion.

L'objectif de ce stage est d'améliorer la représentativité d'un banc moteur virtuel en étudiant et modélisant au mieux les différents échanges thermiques au sein d'un GMP. La première partie du stage se focalisera sur la modélisation des échanges aux parois du moteur thermique. Le stagiaire s'attachera donc à développer un modèle des échanges existants entre les fluides et les différentes parois de la chambre de combustion. Ce modèle sera ensuite intégré et testé sur un simulateur de GMP complet. Dans un second temps, il développera et validera un modèle de thermo-management sur un véhicule de référence permettant d'avoir des évolutions cohérentes, sur un cycle normalisé, de températures de parois, d'eau et d'huile, de consommation et d'émissions polluantes en sortie du système de post-traitement. Enfin, le stagiaire corrélera les deux outils et pourra évaluer l'impact de différentes stratégies de gestion de l'hybridation sur un cycle spécifié en termes d'émissions de CO<sub>2</sub> et d'émissions polluantes.

NB: Suivant le déroulement du stage, une publication pourra être envisagée.

### **Profil recherché :**

Troisième année d'école d'ingénieur à dominante Thermique, Mécanique des Fluides et/ou Energétique.  
Connaissances en moteur automobile et des logiciels Matlab, AMESim souhaitées.  
Goût pour la simulation numérique indispensable.

### **Renseignements pratiques :**

Le stage se déroulera à IFP Energies nouvelles à Rueil-Malmaison. Une indemnité mensuelle sera versée au stagiaire (si non rémunéré par ailleurs).

### **Contact :**

Fabien RABEAU  
IFP Energies nouvelles  
1 et 4, avenue de Bois-Préau  
92852 Rueil-Malmaison Cedex  
Tél. : 01.47.52.51.50  
Fax : 01.47.52.66.85  
e-mail : [fabien.rabeau@ifpen.fr](mailto:fabien.rabeau@ifpen.fr)

**Titre :**

Etude et analyse de l'apport de l'injection directe  
sur le fonctionnement d'un moteur "downsized" essence par simulation 3D

**Durée du stage et période souhaitée :**

Stage de 6 mois ; mars à août 2012

**Description du sujet :**

Les moteurs à essence actuels émettent plus de CO<sub>2</sub> que les moteurs Diesel à cause de leur fonctionnement à la stœchiométrie et de la régulation de la charge par le papillon. Le "downsizing", c'est-à-dire la réduction de cylindrée sans perte de puissance, est la voie de développement majeure pour réduire cet écart. Le fonctionnement à plus forte puissance par litre de cylindrée réduit l'influence néfaste du papillon au bénéfice du rendement.

Pour maintenir le niveau de puissance malgré la plus faible cylindrée, les motoristes ont recours à la suralimentation. Il en découle des pressions et des températures plus importantes dans la chambre de combustion qui entraînent l'apparition de combustions anormales. Celles-ci limitent largement le degré de "downsizing" réalisable, soit indirectement les gains en consommation. L'injection directe d'essence permet de repousser l'apparition de ces combustions anormales, tout en améliorant le remplissage du moteur. La maîtrise de cette technologie est par conséquent un point clé dans l'amélioration des moteurs à essence.

La formation du mélange en injection directe et les combustions anormales sont des phénomènes locaux. Leur analyse requiert de disposer d'une information précise et locale sur les propriétés du mélange et sur la cinétique chimique. Pour étudier de tels phénomènes, *IFP Energies nouvelles* dispose de modèles 3D d'évaporation, de propagation de flamme et d'auto-inflammation intégrés au sein d'un code de CFD 3D RANS. Le stage se propose d'étudier par simulation 3D des points de fonctionnement en injection directe afin d'analyser l'origine des gains obtenus. Cette analyse sera complétée par une confrontation des résultats numériques avec les données expérimentales disponibles sur toute la plage de fonctionnement du moteur.

Ce travail comporte les phases suivantes :

- Une étude bibliographique sur les bénéfices attendus de l'injection directe d'essence ;
- Une prise en main du code de simulation 3D ;
- L'analyse du fonctionnement moteur en injection directe sur moteur monocylindre avec recoupage des résultats de calcul avec les données expérimentales ;
- La rédaction d'un rapport détaillant les informations recueillies et les suggestions formulées.

**Profil recherché :**

Ingénieur 3<sup>ème</sup> année ou stage de master/DEA

**Renseignements pratiques :**

Le stage se déroulera à l'IFP à Rueil-Malmaison. Une indemnité mensuelle sera versée au stagiaire (si non rémunéré par ailleurs).

**Contact :**

Vincent Knop  
Institut Français du Pétrole  
1 et 4, avenue de Bois-Préau  
92852 Rueil-Malmaison Cedex  
Tél. : 01.47.52.66.11 – Fax : 01.47.52.66.85  
e-mail : [vincent.knop@ifpen.fr](mailto:vincent.knop@ifpen.fr)

## Direction Techniques d'Applications Energétiques

Stage R106/2012/n° 3

### Titre :

Développement d'un modèle électromagnétique analytique (réseau de reluctances) adapté à différentes topologies de machines synchrones

### Durée du stage et période souhaitée :

5 / 6 mois

entre janvier et septembre 2012

### Description du sujet :

Sur les véhicules hybrides et électriques, les machines électriques accèdent au rang d'organe de traction. Les puissances en jeu (plusieurs dizaines de kW), le coût des matériaux nécessaires, le manque de place pour intégrer ce composant nouveau ou la limitation en terme d'énergie électrique embarquée dans les batteries sont des contraintes qui imposent un dimensionnement optimisé de la machine électrique de traction.

Contrairement à d'autres applications (industrie, traction ferroviaire...), la traction automobile se caractérise par des appels de puissance intense mais assez brefs (quelques dizaines de secondes). La gestion de la thermique est donc importante sur ces machines si on veut éviter de les surdimensionner.

Au travers d'une thèse, des modèles analytiques de machines électriques sont en cours de développement à IFPEN : modèle électromagnétique de type réseau de reluctances non linéaires, modèle thermique de type nodal... Ces modèles visent à établir un compromis entre un haut niveau de précision nécessaire et rapidité de calculs, ces deux caractéristiques étant nécessaires pour une optimisation géométrique de la machine.

Le modèle électromagnétique développé jusqu'ici porte sur une seule topologie de machine synchrone : la machine à aimants internes. L'objectif du stage proposé est de reprendre la même démarche et de l'adapter à d'autres topologies de machines :

- la machine synchrone à aimants en U,
- la machine synchrone à aimants en surface,
- la machine synchrone à concentration de flux,
- la machine synchrone à rotor bobiné.

### Profil recherché :

Elève de dernière année d'école d'ingénieur.

Formation spécialisée en électrotechnique (plus spécifiquement machine électrique)

### Renseignements pratiques :

Le stage se déroulera à l'IFP Energies nouvelles à Rueil-Malmaison. Une indemnité mensuelle sera versée au stagiaire (si non rémunéré par ailleurs).

### Contact :

Franck Vangraefschèpe, Chef de Projet "Machines électriques pour véhicules hybrides et électriques"

IFP Energies nouvelles

1 et 4, avenue de Bois-Préau

92852 Rueil-Malmaison Cedex

Tél. : 01.47.52.60.87 - Fax : 01.47.52.66.85

e-mail : [franck.vangraefschep@ifpen.fr](mailto:franck.vangraefschep@ifpen.fr)

## Direction Techniques d'Applications Energétiques

Stage R106/2012/n° 4

### **Titre :**

Etude du pré allumage sur moteur à allumage commandé fortement suralimenté – Analyse des caractéristiques de carburants innovants / couplage avec de la simulation numérique

### **Durée du stage et période souhaitée :**

4 à 6 mois – premier semestre 2011

### **Description du sujet :**

Les moteurs à allumage commandé downsizés et suralimentés fonctionnent efficacement à des niveaux de charge de plus en plus élevés. À bas régime, des combustions anormales de type pré allumage peuvent cependant être rencontrées et conduire à l'endommagement du moteur. Il est donc nécessaire de mieux comprendre ces phénomènes pour pouvoir les contrôler ou les éradiquer.

La résistance à l'auto-inflammation des essences qualifiées par leur valeurs de RON et MON est un critère majeur de formulation des essences. Cependant, des études récentes menées au banc moteur ont montré que, à iso valeur de RON/MON, des écarts notables de comportement en terme de pré-allumage ont été observés. Cela démontre que ces deux paramètres sont insuffisants pour qualifier la performance d'un carburant à faible régime et forte charge.

L'objectif du stage est d'initier un travail de recherche portant sur la détermination de nouveaux critères permettant de spécifier la résistance à l'auto inflammation d'un carburant lors de fonctionnement très fortement chargé.

Une base de donnée expérimentale, des outils internes de simulation et l'utilisation d'une méthodologie d'analyse développée avec succès lors d'un précédent stage permettront de mettre en évidence de nouvelles corrélations entre carburants et pré-allumage. Des simulations de cinétiques chimiques seront à réaliser et à coupler avec des simulations 0D de la combustion pour déterminer les paramètres caractéristiques régissant les auto-inflammations.

Les sorties de ce stage sont doubles. En effet, outre une compréhension accrue de l'impact carburant sur le phénomène de pré-allumage, la définition de nouveaux critères permettant à terme la formulation de carburant innovant sont attendus.

### **Profil recherché :**

3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur ou Master recherche universitaire à dominante Mécanique des Fluides, Energétique, Combustion, Thermodynamique

### **Renseignements pratiques :**

Le stage se déroulera à l'IFP Energies nouvelles à Rueil-Malmaison. Une indemnité mensuelle sera versée au stagiaire (si non rémunéré par ailleurs).

### **Contact :**

Lecompte Matthieu

IFP Energies nouvelles

1 et 4, avenue de Bois-Préau

92852 Rueil-Malmaison Cedex

Tél. : 01.47.52.51.89 - Fax : 01.47.52.66.85

e-mail : [matthieu.lecompte@ifpen.fr](mailto:matthieu.lecompte@ifpen.fr)