

# Habilitation à Diriger des Recherches

Alain MAIBOOM

## « Contribution à l'étude de la combustion des moteurs Diesel et des transferts thermiques des groupes moto-propulseurs automobiles : étude expérimentale et modélisation 0D/1D »

Directeur de recherche : Pascal Chessé, professeur des universités

Equipe Thermodynamique des systèmes moteurs – Laboratoire d'hydrodynamique, énergétique, et environnement atmosphérique (LHEEA UMR CNRS 6598), Ecole Centrale de Nantes

### Contexte général et objet des travaux :

L'invention des machines thermiques, notamment la machine à vapeur au XVIII<sup>e</sup> siècle, puis le moteur à combustion interne à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, ont largement contribué à révolutionner le travail, nos déplacements, et plus généralement notre mode de vie. Le moteur alternatif à pistons et combustion interne convertit la chaleur dégagée par la combustion d'un carburant gazeux ou liquide (issu du pétrole) en travail mécanique. Ses applications sont nombreuses : propulsion (automobile, ferroviaire, aéronautique, navale), production d'électricité (production continue ou d'appoint comme pour les groupes de secours des centrales nucléaires),...

Qu'il soit à allumage commandé ou à allumage par compression, il a connu d'énormes évolutions pour satisfaire de nouvelles contraintes, comme la réduction de la consommation de carburant ou le contrôle de ses émissions polluantes, par réduction à la source ou par post-traitement.

En propulsion automobile, de grands progrès ont été apportés pour réduire la consommation de carburant et pour maîtriser les émissions polluantes avec les normes successives (par exemple EURO en Europe). Ces évolutions ont été rendues possibles car de nombreuses études ont été menées pour caractériser, modéliser et simuler l'ensemble des processus physiques et chimiques qui y ont lieu (dynamique des gaz dans les systèmes d'admission et d'échappement, suralimentation par turbocompresseur, combustion, production de polluants tels que les oxydes d'azote, les particules, les hydrocarbures imbrûlés,..., post-traitement de ces polluants à l'échappement,...).

Pour supprimer les émissions directes de CO<sub>2</sub> des véhicules automobiles, une alternative qui se développe consiste à propulser le véhicule par un moteur électrique. Les avantages sont : la réduction drastique du bruit et la suppression des émissions directes de polluants (ce qui est particulièrement intéressant dans les zones à fort trafic automobile). En revanche, le véhicule électrique est confronté au problème du coût de la batterie (qui utilise des matériaux rares) et à son autonomie encore limitée. Par ailleurs, les émissions de CO<sub>2</sub> sont déportées au niveau de la production d'électricité. Aussi, il paraît intéressant de continuer à étudier de nouvelles techniques de réduction de la consommation de carburant des véhicules propulsés par un moteur thermique ; pour ce faire, plusieurs voies sont possibles :

- L'efficacité du moteur thermique lui-même peut encore être améliorée, en réduisant l'ensemble des frottements, en améliorant le compromis émissions à la source – phasage de la combustion (un phasage non optimal de la combustion au cours du cycle est souvent nécessaire pour maîtriser à la source la production de polluants), en développant des techniques de post-traitement des polluants toujours plus efficaces (permettant un phasage optimal de la combustion au cours du cycle), en réduisant sa montée en température après démarrage à froid, en récupérant une partie de l'énergie thermique perdue,...
- A l'échelle du groupe motopropulseur (GMP), différentes solutions d'hybridation ont vu le jour ces dernières années ; elles visent à utiliser le moteur thermique dans des zones de fonctionnement à meilleur rendement (en évitant le fonctionnement au ralenti ou aux faibles charges) et/ou à récupérer une partie de l'énergie lors des phases de freinage.
- A l'échelle du véhicule, la baisse de la consommation de carburant peut aussi être possible en réduisant la masse du véhicule, en améliorant l'aérodynamique du véhicule, ou en améliorant le fonctionnement du système de climatisation, de l'ensemble des accessoires, en réduisant les échanges thermiques entre l'habitacle et l'extérieur,...

Les travaux présentés dans ce mémoire vont porter sur ces trois échelles : le moteur, le GMP, et l'ensemble du véhicule (GMP + face-avant + climatisation de l'habitacle). Ils associent caractérisations expérimentales sur bancs moteurs ou bancs spécifiques, et modélisation phénoménologique 0D à 1D (approche système).