

Zeitschrift: Energeia : Newsletter de l'Office fédéral de l'énergie
Herausgeber: Office fédéral de l'énergie
Band: - (2012)
Heft: 5

Artikel: Mettre de l'intelligence dans le moteur
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-644826>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Mettre de l'intelligence dans le moteur

Autres temps, autres mœurs. Après qu'une célèbre marque d'essence ait proposé, il y a plusieurs années, de mettre un tigre dans le moteur, l'équipe du professeur Konstantinos Boulouchos à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ) projette d'y mettre de l'intelligence. L'objectif de ses travaux, soutenus entre autres par l'Office fédéral de l'énergie, est de développer des instruments de mesure et de modélisation permettant de comprendre et d'optimiser le fonctionnement d'un moteur diesel en permanence de façon à réduire considérablement la consommation de carburant et les émissions de polluants.

Commençons par la bonne nouvelle: la consommation moyenne des voitures de tourisme nouvellement immatriculées en Suisse diminue d'année en année. En 2011, elle était de 6,39 litres aux 100 kilomètres, soit une diminution de 3,5% par rapport à 2010 (6,62 l/100km). Sur les dix dernières années, la diminution avoisine même les 23%. Conséquence directe: une diminution des émissions de CO₂. Le nombre croissant de véhicules diesel dans le parc automobile contribue notablement à cette baisse, les moteurs diesel étant plus efficaces que les moteurs à essence.

Passons à la moins bonne nouvelle: bien qu'ils produisent moins de CO₂, les moteurs diesel sont plus polluants que les moteurs à essence. L'augmentation des véhicules diesel s'accompagne d'une hausse de la pollution atmosphérique sous forme de particules fines et d'oxydes d'azote (NO_x). De gros progrès ont déjà été réalisés depuis plusieurs années, avec notamment l'usage généralisé de l'injection directe à rampe commune (technologie par ailleurs développée à l'EPFZ), l'introduction des filtres à particules ou encore l'apparition, plus récente, d'un système de réduction catalytique sélective (SCR) qui décompose les oxydes d'azote.

Maîtriser la combustion en permanence

Ces progrès technologiques ont déjà considérablement réduit les émissions nocives des moteurs diesel. Mais paradoxalement, le

cumul de ces innovations rend l'électronique de plus en plus complexe et fait augmenter le nombre de paramètres ayant une influence sur le bon fonctionnement du moteur. Or, si un moteur peut être globalement efficace en régime stationnaire, il peut subitement devenir inefficace lors d'un changement de régime, par exemple lors d'une brusque accélération.

«Nous ne connaissons que très peu de choses sur le comportement exact du moteur à un instant précis.»

Konstantinos Boulouchos, professeur à l'EPFZ.

C'est là qu'intervient le professeur Boulouchos et son équipe du Laboratoire d'aérothermochimie et des systèmes de combustion à l'EPFZ. «Si le principe de la combustion dans les moteurs diesel est assez bien compris sur le plan théorique, nous ne connaissons que très peu de choses sur le comportement exact du moteur à un instant précis, explique le professeur. Le moteur devrait être réglé de manière optimale en permanence, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui. L'objectif principal de ce travail pourrait donc se résumer ainsi: mettre de l'intelligence dans le moteur.»

En moins de 20 millisecondes

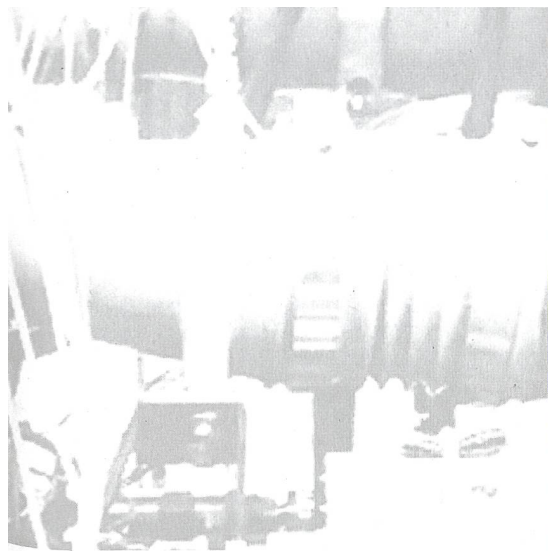
Et Konstantinos Boulouchos de préciser le cadre de leur recherche: «Nous mettons au point de nouvelles méthodes de mesure pour récolter des informations à l'intérieur du moteur, et élaborons ensuite des modèles de

calcul permettant le traitement de ces informations en vue d'optimiser automatiquement le fonctionnement du moteur en permanence. La récolte de l'information et le traitement des données doivent se dérouler dans un laps de temps extrêmement court, soit entre 10 et 20 millisecondes, le temps moyen d'un cycle de combustion dans le moteur.» A terme, ce

système de traitement de l'information devrait être intégré à l'automobile. Les algorithmes de calcul développés doivent donc être aussi simples qu'efficaces, la puissance de calcul embarquée dans une voiture de tourisme étant inférieure à celle d'un ordinateur.

Avec le soutien des constructeurs allemands

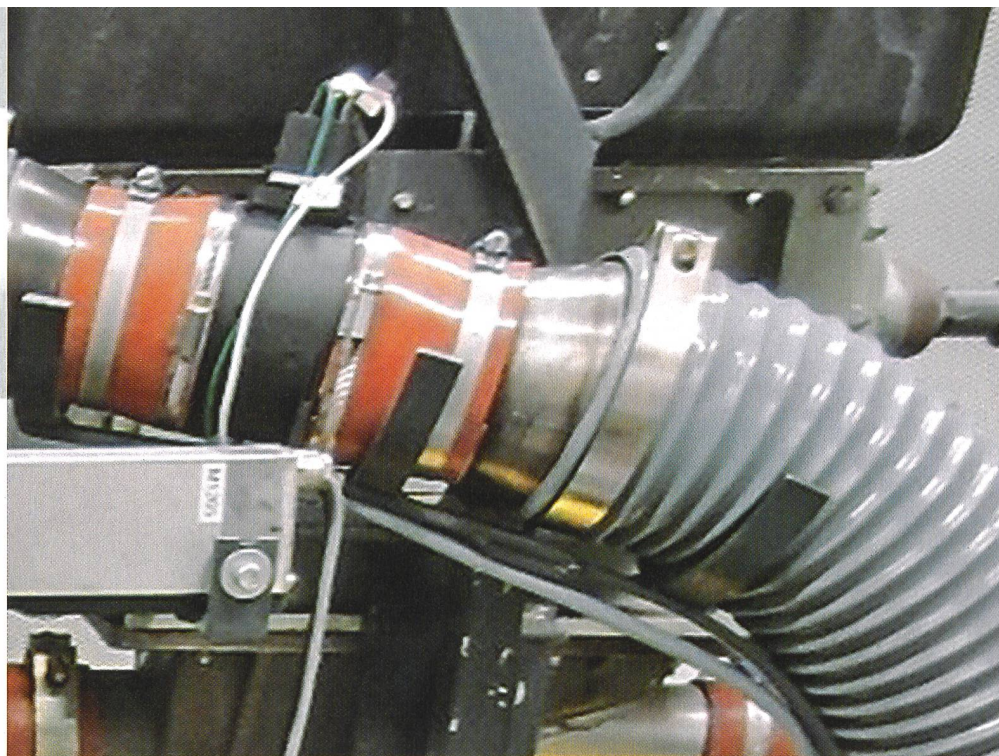
Les chercheurs zurichois viennent d'achever un ambitieux projet de recherche* qui aura duré près de quatre ans. Mené de 2008 à 2011, ce projet a bénéficié du soutien de l'Office fédéral de l'énergie, de l'Office fédéral de l'environnement, du Centre de compétence énergie et mobilité du domaine des EPF ainsi que de la FVV, l'association allemande de recherche sur les moteurs à combustion. Avoir reçu le soutien de cette prestigieuse association allemande qui compte parmi les plus grands noms de la construction automobile est source



*«Développement de procédés de mesure et de calcul rapides en vue de caractériser les procédures de combustion diesel efficaces énergétiquement à la jonction avec le traitement des effluents gazeux».

Pour en savoir plus:

www.bfe.admin.ch/recherche/combustion



de fierté pour le professeur Konstantinos Boulouchos qui y voit une reconnaissance de la qualité des travaux de son équipe. «Les constructeurs réunis au sein de la FVV se retrouvent pour définir les sujets importants pour les dix prochaines années. Ils mettent ensuite des projets de recherche au concours et invitent des scientifiques du monde entier à leur soumettre des offres.»

Les résultats issus du projet de recherche (lire encadré) serviront à l'industrie automobile pour développer de nouvelles applications. «Nous sommes dans la recherche appliquée, avec un horizon de cinq à huit ans», précise le chercheur. En attendant, les scientifiques zurichois poursuivent leur quête d'excellence. Un de leurs nouveaux projets les plus emblématiques consiste à simuler numériquement la combustion dans un moteur diesel avec une méthode dite *ab initio*, soit sans faire appel à des modèles simplificateurs et en se servant uniquement des principes premiers de la chimie et de la physique. «Plusieurs semaines de calcul sur un superordinateur sont nécessaires pour simuler la combustion durant un très court instant, s'extasie le scientifique. Nous sommes là dans la recherche fondamentale, à mille lieues de l'application automobile. Mais ce type de recherche vient nourrir la recherche appliquée. Il est donc important de faire les deux.» (bum)

Les cinq modules du projet de recherche

1) Banc d'essai de moteur diesel

Le premier module a consisté à réaliser un banc d'essai au sous-sol du laboratoire des machines de l'EPFZ. Un moteur diesel dit «heavy duty» de 4 cylindres de 6,6 litres de type Liebherr D924 a été installé à cet effet. Le moteur a été équipé d'une série de capteurs et a permis d'étudier le comportement du moteur diesel en permanence.

2) Développement et application d'une soupape rapide de prélèvement de gaz

Le deuxième module a consisté à développer une soupape rapide pour prélever des échantillons de gaz directement dans le cylindre durant la combustion (temps d'ouverture inférieur à 2 millisecondes). La soupape a pu être mise en œuvre avec succès au niveau des gaz d'échappement. Elle a montré quelques faiblesses au niveau du cylindre en raison des conditions particulièrement difficiles. Cela a pu être amélioré.

3) Mesures rapides pour la formation de suie et d'oxydes d'azote

Dans le cadre du troisième module, chaque cylindre a été équipé d'un capteur de pression et d'un pyromètre miniaturisé. La combustion et la formation de suie ont ainsi pu être analysées en temps réel dans chacun des cylindres. Pour un rendement optimal, chaque cylindre doit pouvoir être observé et réglé indépendamment, car les paramètres de combustion diffèrent de l'un à l'autre.

4) Capteur virtuel pour la formation de suie

Le quatrième module a permis de développer un modèle de calcul fiable et simple permettant de prédire à chaque instant le niveau de formation de suie dans chaque cylindre. L'objectif de l'industrie automobile est, d'une part, de développer des modèles rapides (senseurs virtuels) pour calculer des valeurs qui ne sont pas directement mesurables et, d'autre part, de remplacer les capteurs physiques onéreux par de tels capteurs virtuels.

5) Simulation numérique de la réduction d'oxyde d'azote dans un système de réduction catalytique sélective (SCR)

Le cinquième module a consisté à développer un modèle de simulation simple et rapide de la réduction de l'oxyde d'azote dans un catalyseur SCR à ammoniac. Cette technologie, déjà disponible sur le marché, permet de décomposer (réduire) les oxydes d'azote présents dans les émissions des moteurs diesel.