

Mobilité durable | Motorisations thermiques

MOTORISATIONS THERMIQUES

NOS SOLUTIONS

Pour réduire l'impact environnemental des motorisations thermiques, IFPEN mène des travaux destinés à **augmenter le rendement des moteurs thermiques** et à **réduire les émissions de polluants**. Ils ont aussi pour objet d'**identifier les carburants bas carbone** (gaz naturel, biocarburants et carburants de synthèse ou E-Fuels et hydrogène) présentant les bilans énergétiques et environnementaux les plus favorables et à optimiser leur utilisation dans les moteurs.

Ainsi, les champs d'expertise IFPEN couvrent :

- Le développement de motorisations thermiques haute-performance,
- L'utilisation de carburants très bas carbone et de l'hydrogène,
- La qualification des émissions et le développement de systèmes de post-traitement,
- Le développement de logiciels de modélisation et de simulation.

Motorisation haute performance : des systèmes de combustion innovants

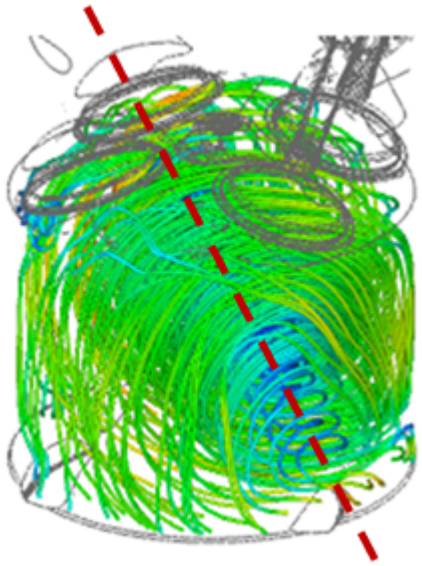
IFPEN travaille essentiellement sur les motorisations à allumage commandé (essence, gaz naturel et hydrogène) et vise des gains de rendement en rupture, permettant de réduire les émissions de CO_2 des véhicules thermiques essence, MHEV (*Mild Hybrid Electric Vehicle*) ou PHEV (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle*), de **10 % à horizon 2025** et **d'environ 20 % à horizon 2030**, tout en veillant à

conserver un système de dépollution efficace sur toute la plage de fonctionnement.

Essence

IFPEN a développé **une nouvelle génération de système de combustion** pour améliorer le rendement thermodynamique des motorisations essence en fonctionnement stœchiométrique : la technologie Swumble™. Son aérodynamique interne innovante, particulièrement optimisée pour les cycles Miller en 2 et 4 soupapes par cylindre, à forte dilution par l'EGR, permet :

- d'obtenir un rendement effectif maximum supérieur à 43 %, grâce à un très bon niveau de turbulence au moment de l'allumage quel que soit le cycle à l'admission.
- d'atteindre des taux de compression très élevés, supérieurs à 13:1.
- de réduire des émissions de particules de façon très significative et sur tout le spectre d'émission, dès 10 nm.



> En savoir plus sur le **concept Swumble™** : systèmes de combustion à haut rendement pour véhicules hybrides *(en anglais)*

Des innovations concernant le contrôle de la boucle d'air ou le système de combustion sont explorées dans le cadre du projet européen Phoenice. Démarré en 2021, ce projet a pour objectif d'**améliorer le rendement et les émissions d'un véhicule hybride rechargeable**. Sur de plus faibles TRL, le programme européen Eagle et des études collaboratives ont permis de situer le potentiel en rendement et en émissions des motorisations essence mélange pauvre.

Gaz naturel

La technologie Swumble™ est déclinée pour une alimentation au gaz naturel **destinée aux applications poids lourd**, notamment dans le cadre du projet européen LongRun.

Hydrogène

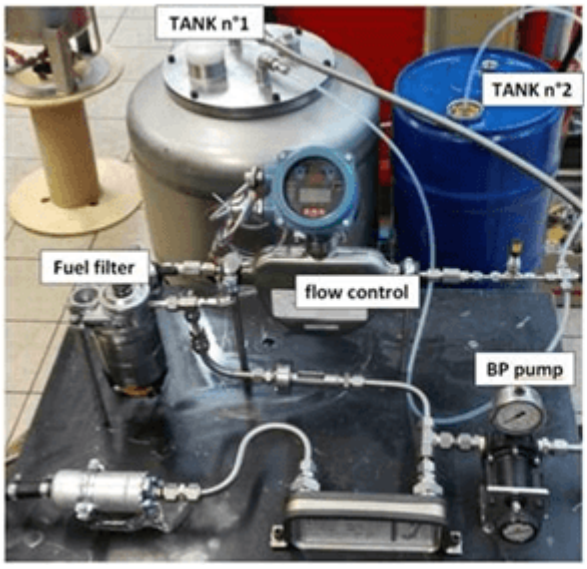
IFPEN développe des technologies clés dans les domaines des systèmes de combustion, de la boucle d'air et du contrôle.
> Tout savoir sur les solutions IFPEN au service de la mobilité hydrogène

Carburants très bas carbone : une expertise unique

IFPEN propose **une approche intégrée unique** de l'étude des différents carburants : Conventionnels, biocarburants et carburants de synthèse ou E-Fuels, gaz naturel, hydrogène…

Cette approche se décline sur **toute la chaîne de valeur**, pour les domaines automobile, aéronautique et maritime :

- Formulation : Transformation et respect des spécifications pour les carburants conventionnels et les biocarburants et les carburants de synthèse, adaptation à des cas d'usage…
- Impact sur les propriétés d'usage : Stabilité à l'oxydation, tenue au froid, compatibilité entre les matériaux et le carburant, etc.
- Modélisation des propriétés physico-chimiques,
- Performances du moteur (rendement, émissions polluantes) en prenant en compte les contraintes environnementales et économiques associées.









Les carburants durables, fabriqués à partir de matières premières d'origine biologique ou d'électricité décarbonée sont un levier indispensable dans la réduction de l'impact du transport sur les émissions de gaz à

effet de serre. Compatibles avec des motorisations thermiques existantes, ils permettent d'assurer une transition durable vers un parc de plus en plus électrifié. Ils constituent aussi une solution pertinente pour la décarbonation à long terme du transport longue distance, qu'il soit terrestre, aérien ou maritime, où l'électrification massive est plus difficilement déployable.

Les travaux d'IFPEN permettent de qualifier l'impact des carburant sur des technologies moteur récentes, notamment celles développées par IFPEN. Le carburant peut aussi contribuer à l'amélioration du rendement de manière significative (gain > 1 %) notamment en augmentant le RON (Research Octane Number) au-delà de 100.

L'expertise d'IFPEN permet de :

- Etudier la compatibilité des carburants bas carbone avec les motorisations existantes (systèmes moteurs, matériaux et lubrifiants), leurs mécanismes de vieillissement et leurs modes d'oxydation et de combustion.
- Identifier les mécanismes complexes d'oxydation des carburants, en particulier bio ou E-fuels (propriétés d'usage, stabilité des produits dans le temps, impact sur les émissions…).
- Développer des outils numériques permettant d'optimiser leur combustion.
- Améliorer la compréhension et la modélisation des phénomènes d'oxydation des carburants via des méthodes d'apprentissage machine et d'intelligence artificielle.

Emissions locales polluantes réduites

Qualification des émissions

IFPEN est en mesure de **qualifier les émissions des véhicules**, de façon précise et parfaitement fiable.

Son expertise repose sur :

- une connaissance pointue des phénomènes physico-chimiques intervenant dans la formation et l'évolution des polluants,
- une maîtrise avancée des techniques de mesure.

Dans le cadre des projets Ademe Rhapsodie et Rhapsodie2, IFPEN a livré une **vision très complète des émissions de polluants** réglementés et non réglementés, présents à l'échappement de véhicules représentatifs du parc automobile français.

IFPEN développe également de nouveaux outils capables d'**améliorer encore la qualification des émissions de polluants**, répondant ainsi à de nombreux besoins exprimés par les acteurs engagés dans l'amélioration de la qualité de l'air.

Systèmes de post-traitement/ réduction des émissions

La contribution d'IFPEN aux technologies de post-traitement concerne également le **développement de catalyseurs automobiles**. Sa capacité à contrôler des systèmes actifs extrêmement complexes lui permet d'optimiser la mise en œuvre de catalyseurs directement au sein de la ligne d'échappement.

Enfin, IFPEN développe **des outils de simulation** pour le dimensionnement et le contrôle des systèmes de post-traitement des émissions, brique essentielle pour les constructeurs dans la mise au point de leurs moteurs.

Modéliser et simuler

Modélisation de la combustion hydrogène

Précurseur de l'utilisation de l'hydrogène dans les moteurs à combustion interne, IFPEN a naturellement développé de nouveaux outils avancés de modélisation permettant **la simulation fiable et prédictive de ces nouvelles motorisations**.

Modélisation de la combustion interne

IFPEN dispose d'**une longue expérience** en matière de développement de modèles pour les moteurs à combustion interne : sa collaboration avec Convergent Science Inc. a permis l'implantation, dans le logiciel CONVERGE™ de mécanique des fluides numérique (*Computational Fluid Dynamics/CFD*), des modèles de combustion et de post-traitement automobiles développés par ses équipes de recherche. IFPEN est ainsi en mesure de proposer un logiciel CFD pleinement prédictif et d'offrir aux constructeurs des solutions rapides et faciles d'utilisation pour la simulation numérique 3D des écoulements réactifs dans les moteurs.

Des modèles de simulation en mode SaaS

IFPEN développe des modèles LES (*Large-Eddy Simulation ou Simulation aux grandes échelles*), qu'il utilise dans ses programmes de recherche. Leur potentiel pour aider les constructeurs à améliorer le rendement des motorisations thermiques a poussé à proposer une valorisation de ces outils dans le logiciel CONVERGE™ de son partenaire CSI (*voir ci-dessus*) et à travers la plateforme ACCESS-LES, via une solution en mode SaaS (Software as a Service), qui garantit un accès rapide à des moyens de calcul avancés (puissance de calcul, stockage de données, post-traitement avancé de résultats de simulation) et une grande souplesse d'utilisation.

Simulation de systèmes complexes

Pour faire face aux nouvelles réglementations, notamment l'intégration du RDE (Real Driving Emissions), et aux évolutions technologiques telle que l'électrification, l'utilisation de la simulation pour spécifier et valider la conception des groupes motopropulseurs (GMP) sur les différents cas d'usage ne cesse de croître avec, à la clé, la possibilité de réduire les échelles de temps et de coûts. IFPEN travaille depuis une quinzaine d'année sur une approche de modélisation système, appliquée à l'ensemble de la chaîne de conception des nouveaux GMP et propose trois librairies de modèles, co-développées avec Siemens Digital Industries Software et intégrées à sa plateforme Simcenter Amesim™ :

- IFP-Engine : modélisation détaillée des moteurs thermiques,
- IFP-Exhaust : modélisation détaillée des systèmes de post-traitement des gaz d'échappement,
- IFP-Drive : modélisation globale du GMP et du véhicule.

CONTACTS



Richard Tilagone

Responsable du programme « Propulsion hydrogène et bas carbone »

richard.tilagone@ifpen.fr



Antonio Pires Da Cruz

Responsable des programmes « Décarbonation et digitalisation des procédés » et « Essences »

antonio.pires-da-cruz@ifpen.fr



Recherche fondamentale

Actualités

mars 2023

Des poids lourds qui carburent à l'hydrogène : une solution pour diminuer l'empreinte carbone du transport ?

Motorisations thermiques

Mécanique des fluides | Technologie de la combustion et des moteurs



Innovation et industrie

Études environnementales juin 2022

Mobilité durable : quelles solutions technologiques pour réduire l’empreinte environnementale des transports routiers ?

Communiqués de presse

Analyse de cycle de vie (ACV) | Mobilité durable | Mobilité électrifiée



Innovation et industrie

Actualités mai 2021

Emissions gazeuses et particulaires de véhicules légers : résultats du projet Rhapsodie

Mobilité durable **Motorisations thermiques**

Motorisations thermiques : Nos solutions

Lien vers la page web :