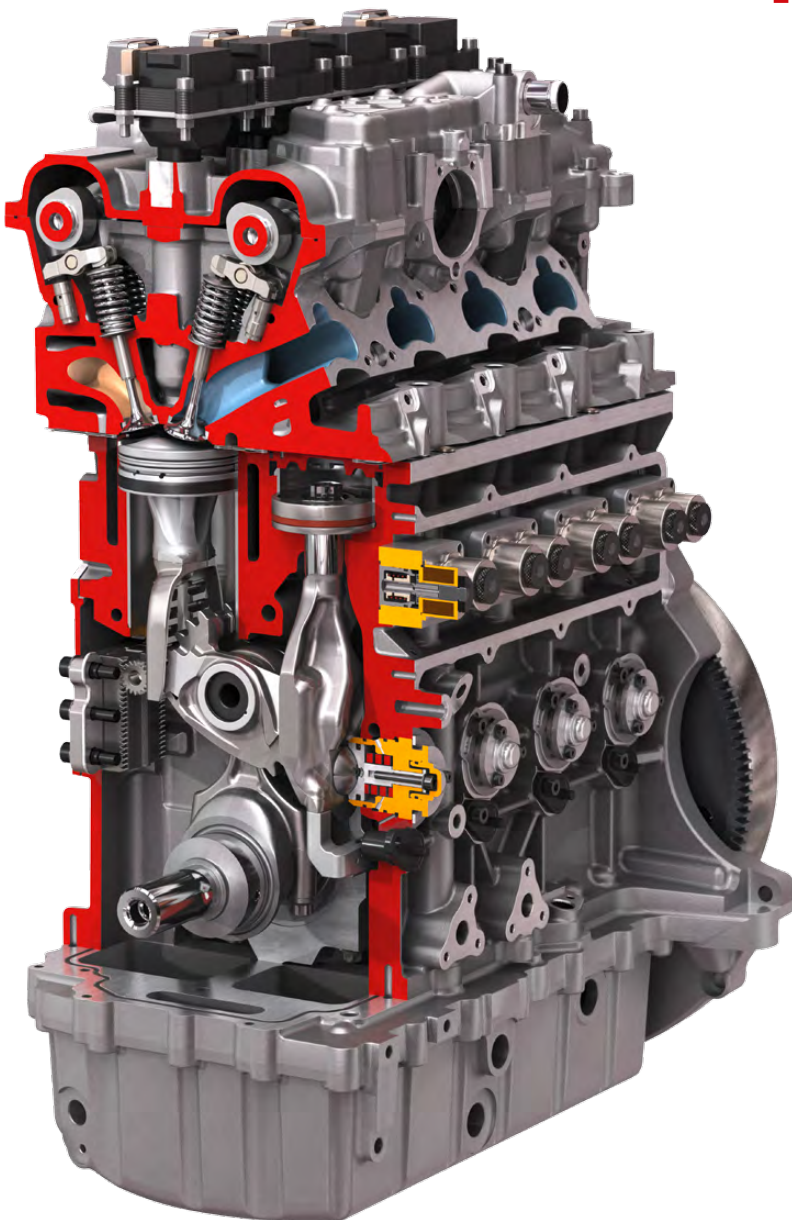


## **VCRI** *by* **MCE-5**



“une technologie décisive pour les groupes motopropulseurs automobiles jusqu’en 2030 et au-delà.”

## EFFICIENCE ÉNERGÉTIQUE ET PLAISIR DE CONDUITE : LE COUPLE ET LA CONSOMMATION DU DIESEL,

### ► L'amélioration du rendement des moteurs à essence est la clé pour atteindre les futures normes environnementales

Chaque région du monde a mis en place une réglementation contraignante pour limiter les émissions de polluants et de gaz à effet de serre d'origine automobile. L'effort demandé à l'industrie automobile est considérable, l'Europe devant par exemple réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de 146 à 95 g/km entre 2010 et fin 2020, équivalant à 50 % d'augmentation du rendement des moteurs. Les nouvelles procédures d'homologation des véhicules permettant de réduire l'écart entre les émissions et consommations normalisées et en usage réel, la désaffection du public pour le Diesel sont autant de facteurs nouveaux qui concourent à relever une barre déjà placée très haut. En 2025, plus de 75 % des véhicules auront pour unique motorisation un moteur à essence. Une amélioration importante de son rendement est indispensable pour atteindre les futures normes environnementales.

### ► La variation du taux de compression est le saut technologique qui permettra d'atteindre l'objectif

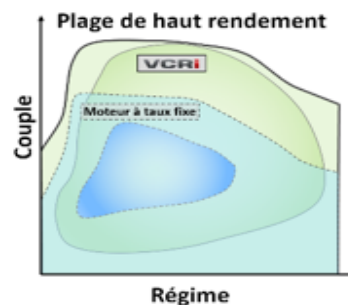
Le moteur à essence est optimisé sans relâche depuis 120 ans. Le rendement maximum des meilleurs moteurs actuels est de 35 %, avec un record officiel de 40 % revendiqué sur des moteurs équipant les véhicules hybrides de certains constructeurs. Atteint sur une plage de fonctionnement très réduite, il diminue très rapidement dès que les conditions varient. L'amélioration de rendement attendue nécessitera un saut technologique. Dans l'histoire des moteurs, chaque amélioration significative du rendement a résulté du pilotage d'un paramètre influent par une technologie : richesse (injection), phasage combustion (allumage électronique), phasage cycles compression/détente (distribution variable), vitesse et stabilité de combustion (injection directe, EGR). Le dernier paramètre influent non maîtrisé est le taux de compression.

### ► Le système VCRi de taux de compression variable est l'aboutissement de 15 années de développement par MCE-5

Les premiers brevets décrivant un dispositif de variation de taux de compression datent des années 1920. Au cours des vingt dernières années, de nombreux industriels ont développé différents dispositifs. Un pre-

mier constructeur annonce l'imminence de véhicules équipés d'un moteur à taux de compression variable de type « multilink » pour 2018. MCE-5 mène depuis 2000 des recherches qui ont abouti au système VCRi, basé sur une transmission par engrenage, dont l'introduction sur le marché est prévue avant 2020.

### ► Par rapport à l'existant, le VCRi apporte jusqu'à 30 % de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et augmente les performances dynamiques à un coût attractif



MCE-5 a démontré que le rendement maximum d'un moteur VCRi dépasse 40 %, mais surtout qu'il est supérieur à 35 % sur l'essentiel de sa plage de fonctionnement.

Ces performances sont obtenues par l'exploitation optimale du cycle Miller-Atkinson. À faible charge, le pilotage des soupapes et du taux de compression géométrique jusqu'à 18:1 permet d'obtenir un taux de détente effectif jusqu'à deux fois supérieur au taux de compression effectif, tout en assurant que ce dernier reste élevé. À forte charge, le taux de compression est diminué jusqu'à 8:1, permettant de maintenir la richesse 1 sur toute la plage de fonctionnement du moteur, y compris à puissance maximum, garantissant ainsi un faible niveau de consommation et d'émissions en condition réelle d'utilisation (RDE). MCE-5 estime que le VCRi apporte un gain potentiel en CO<sub>2</sub> pouvant atteindre 30 % par rapport à un moteur à taux fixe 2015.

Par rapport aux systèmes multilink, le VCRi présente les avantages d'une plage de variation de taux plus large et d'une variation rapide du taux de compression indépendante pour chaque cylindre, ce qui est indispensable lorsque l'on vise des taux élevés. Enfin, par construction, le VCRi génère moins de frottements. Il en résulte que le potentiel de gain en CO<sub>2</sub> du VCRi est supérieur à celui des systèmes multilink. Le surcoût total du VCRi par rapport à un taux fixe est évalué à moins de 30 € par gramme de CO<sub>2</sub> économisé par kilomètre, soit deux fois moins que celui de l'hybridation légère 48V.

# L'AGRÉMENT DE L'ESSENCE, LA FRUGALITÉ DE L'HYBRIDE

## ► Le potentiel de développement du VCRI permettra de respecter les normes les plus sévères envisagées pour 2025-2030

Les gains de l'hybridation légère 48V sont cumulables dans leur quasi-intégralité avec ceux du VCRI. MCE-5 vise à augmenter le rendement maximum d'un moteur VCRI jusqu'à 44 % en combustion stœchiométrique. À plus long terme, il sera possible de se rapprocher des 50 % de rendement maximum en recourant à des combustions froides. Le VCRI a donc devant lui un potentiel important restant à exploiter pour atteindre les normes qui entreront en vigueur à partir de 2025. À plus court terme, le moteur VCRI à essence est une alternative au Diesel. En effet, à coût inférieur, il offre un agrément de conduite supérieur, grâce à une plage de fonctionnement plus étendue et à une signature sonore et vibratoire similaire à celle d'un moteur à essence à taux fixe, des émissions de CO<sub>2</sub> équivalentes et moins d'émissions de NO<sub>x</sub> et de particules.

## ► Un développement VCRI est en cours avec un constructeur, visant une première application série avant 2020



La maturité industrielle du VCRI permet d'envisager le développement d'applications série dès à présent. MCE-5 a lancé en 2015 un développement avec le constructeur Dongfeng, avec un objectif série envisagé avant 2020. Le VCRI est donc une solution crédible pour atteindre les normes les plus sévères qui entreront en vigueur à partir de cette date.

## ► Technologie non captive, le VCRI peut être mis en œuvre à grande échelle et avoir un impact significatif sur les émissions polluantes d'origine automobile

Une technologie de dépollution automobile n'a d'impact que si elle est utilisée massivement. Le système VCRI de MCE-5 est accessible à tout constructeur, ce qui permet d'envisager son exploitation sur une proportion importante des volumes automobiles qui seront produits à partir de la prochaine décennie.

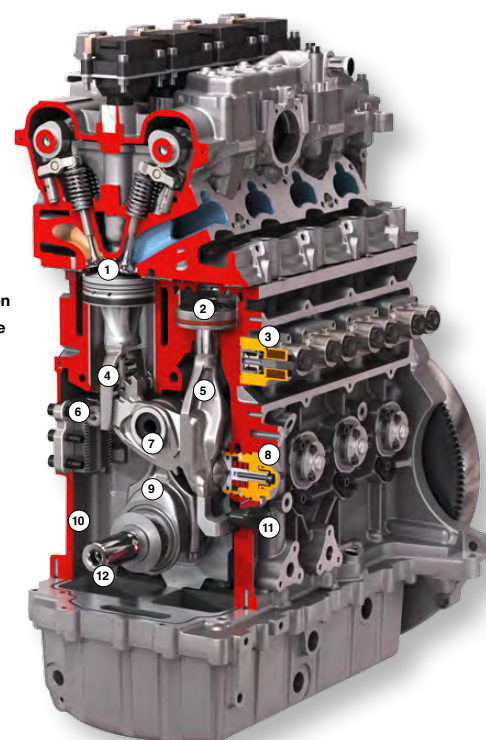
“Le progrès ne vaut que s'il est accessible à tous.”

## LA TECHNOLOGIE VCRI

Le taux de compression dépend du rapport volumétrique entre les points morts bas et haut du déplacement du piston (1). Le VCRI permet de faire varier ce taux grâce au déplacement du vérin (2) et de la crémaillère de commande (5), induisant un déplacement opposé de la crémaillère de combustion (4) par l'intermédiaire de la roue (7) pivotant autour de l'axe de bielle (9). Ce déplacement, induit par les efforts d'inertie (augmentation du taux) ou de la pression des gaz (diminution du taux) exercés sur le piston, est autorisé lorsque l'actionneur (3) met en communication les chambres hydrauliques supérieure et inférieure du vérin de commande, jusqu'à l'obtention du taux optimal déterminé par le contrôle moteur en fonction des conditions d'utilisation. Le rouleau synchronisé (6) assure un fonctionnement du piston sans effort transversal, tandis que le vérin presseur (8) garantit en permanence un fonctionnement parfaitement silencieux.

Le VCRI se différencie des systèmes concurrents grâce à sa capacité à assurer, indépendamment pour chaque cylindre et sans apport d'énergie externe, une variation continue, précise et rapide sur une très large plage avec des taux maximums élevés (>18:1). Ces caractéristiques uniques sont déterminantes pour mettre en œuvre de manière optimale les nouveaux cycles thermodynamiques à très haut rendement nécessaires à l'atteinte des objectifs réglementaires.

- ① Piston guidé
- ② Vérin de commande
- ③ Actionneur de taux
- ④ Crémaillère de combustion
- ⑤ Crémaillère de commande
- ⑥ Rouleau synchronisé
- ⑦ Roue d'engrenage
- ⑧ Vérin presseur
- ⑨ Bielle
- ⑩ Carter moteur
- ⑪ Capteur de position
- ⑫ Vilebrequin



# MCE-5 DEVELOPMENT, **L'INNOVATION OUVERTE DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE**



MCE-5 DEVELOPMENT est un incubateur de technologie indépendant dont la mission est de transférer aux acteurs de l'écosystème automobile des innovations dans le domaine de la propulsion, visant principalement à réduire les émissions de polluants et de CO<sub>2</sub>.

## CARTE IDENTITÉ

### Date de création

Janvier 2000

### Siège social

Lyon – France

### Président du Conseil d'Administration

Jean-François Roche

### Directeur général

Henri Trintignac

### Chiffres clefs

635 actionnaires au 31 décembre 2015

Effectif : 49 personnes, 80 % ingénieurs et docteurs

Investissement R&D : 100 M€

Réseau industriel et partenaires :

plus de 60 entreprises dont équipementiers 1<sup>er</sup> rang

### Modèle économique

Exploitation de droits de propriété intellectuelle et de savoir-faire

### Domaine d'activité

Systèmes de propulsion automobile : moteur thermique, hybridation, récupération, stockage et restitution d'énergie

### Technologies en portefeuille

Taux de compression variable VCRI

Allumage à haute énergie SSP

### Prix et distinctions

Lauréat du Prix de l'innovation des équipes franco chinoises  
Édition 2015 Solutions Climat, par le Comité France Chine

Lauréat Initiative PME 2015,  
par le Commissariat Général à l'Investissement



GRAND LYON

AUVERGNE – Rhône-Alpes



bpifrance



Pôle de compétitivité  
**moveo**

Le VCRI a été développé au cours d'une succession de programmes de développement qui ont bénéficié d'aides au financement de nombreuses institutions publiques françaises et européennes.

