



## GM fait passer une nouvelle technique de combustion du laboratoire à la route

Voici les points forts de la technologie HCCI :

- Rendement comparable au diesel
- Post-traitement nettement moins cher
- Utilisation de dispositifs connus
  - injection directe
  - distribution variable
- Adaptable aux montages conventionnels de voitures essence
- Retraitement classique des gaz d'échappement
- Compatible avec tous les moteurs essence ou éthanol E85.

Les spécialistes des moteurs en ont rêvé, en ont discuté, ont fait des conférences sur le sujet. Et aujourd'hui pour la première fois, General Motors laisse à d'autres le soin d'épiloguer sur « la technique de combustion la plus prometteuse » des 30 dernières années.

Pour la première fois, GM a fait passer ce processus de combustion, connu sous le nom de HCCI (Homogeneous Charge Compression Ignition) ou (allumage à compression homogène), au stade de la réalité sur deux prototypes roulants : une Saturn Aura 2007 et une Opel Vectra. Avec l'appoint d'indispensables dispositifs sophistiqués, tels que l'injection directe, la distribution variable électrique, la levée variable des soupapes ou la détection de pression dans les cylindres, le HCCI permet de réduire jusqu'à 15% la consommation, tout en étant conforme aux futures normes d'émissions.

« Je me souviens d'avoir débattu de cette possibilité de combustion quand j'étais à l'université, » se rappelle Tom Stephens, vice-président de groupe de GM Powertrain et Qualité. « Il ne

s'agissait alors que d'un rêve. Aujourd'hui, à l'aide de l'analyse prédictive et d'autres outils, nous commençons à voir comment nous pouvons faire passer cette technologie à la réalité. En associant le HCCI à des dispositifs de gestion et des systèmes mécaniques avancés, nous pouvons proposer à la clientèle une réduction intéressante des chiffres de consommation.

Sur un moteur intégrant toute cette technologie de pointe, le HCCI permet de se rapprocher du rendement atteint par un moteur diesel, sans la nécessité de recourir à des systèmes onéreux de retraitement pour abaisser les NO<sub>x</sub>. Son rendement est dû au fait qu'il brûle le carburant à des températures plus basses, et donc diminue l'énergie calorifique perdue pendant le processus de combustion. En conséquence, il rejette moins de dioxyde de carbone parce que le fonctionnement du véhicule en mode HCCI est plus efficace.

Les prototypes à mécanique HCCI, basés sur des versions de série Saturn Aura et Opel Vectra, sont équipés du 4

cylindres 2,2 litres Ecotec modifié. Ils se comportent comme les versions normales, mais offrent des consommations jusqu'à 15% inférieures à celles d'un moteur à injection indirecte. (la baisse des consommations varie en fonction du véhicule sur lequel le moteur est monté et du style de conduite adopté). Les prototypes roulants représentent la première matérialisation tangible de la technologie HCCI en dehors du laboratoire.

« Je suis heureux des progrès réalisés par notre équipe technique, » assure Tom Stephens. « Il s'agit là de l'un des axes poursuivis dans le cadre de la stratégie de technologie de propulsion avancée GM pour diminuer notre dépendance à l'égard du pétrole. Le HCCI, l'injection directe, la levée et la distribution variables des soupapes ainsi que la gestion active du carburant, tout l'ensemble concourt à baisser les consommations et à améliorer le rendement de nos moteurs à combustion interne. Je suis certain que le HCCI viendra un jour prendre place dans notre gamme de futures techniques de réduction de consommation. »

---

### Principe de fonctionnement du HCCI

Un moteur HCCI met à feu le mélange air/carburant en le comprimant dans le cylindre. Contrairement au moteur essence à allumage commandé ou au moteur diesel, le HCCI libère l'énergie sans front de flamme, à faible température, dans toute la chambre de combustion. Le carburant présent dans la chambre est enflammé en même temps. Ce qui permet d'avoir une puissance semblable à celle des moteurs essence classiques, mais en utilisant moins de carburant pour y parvenir.

Il faut de la chaleur pour faire fonctionner le moteur en HCCI, c'est pourquoi il utilise une bougie traditionnelle pour les démarrages jusqu'à ce que les cylindres et le catalyseur d'échappement soient assez chauds pour permettre le fonctionnement en HCCI. Pendant le mode HCCI, le mélange

est pauvre, ce qui signifie qu'il y a une plus grande proportion d'air dans le mélange. Cela permet au moteur d'approcher du rendement d'un diesel. Il ne nécessite qu'un retraitement classique de moteur essence, contrairement au diesel qui exige un retraitement plus sophistiqué et plus cher pour réduire les émissions.

Le HCCI s'appuie sur l'intégration d'autres techniques moteur avancées, dont certaines sont déjà en production et peuvent être adaptées aux moteurs essence existants. Le taux de compression est similaire à celui d'un moteur classique à injection directe, et compatible avec toutes les essences et carburants E85 disponibles dans le commerce.

---

## Les prototypes à moteur HCCI

GM a procédé au montage de la technologie HCCI sur des prototypes fonctionnels basés sur des produits classiques de grande série comme la Saturn Aura et l'Opel Vectra. L'Aura est équipée d'une transmission automatique, tandis que la Vectra, qui cible le marché européen, reçoit une boîte manuelle.

Les deux véhicules sont animés par un moteur Ecotec de 2,2 litres (180 ch, 230 Nm de couple) et disposent d'un système d'injection directe centrale, d'une distribution variable à la fois sur l'admission et sur l'échappement, d'un double déphaseur d'arbre à cames électrique et de capteurs de pression individuels par cylindre qui servent à contrôler la combustion, ainsi qu'à assurer une transition douce entre les différents modes de combustion.

Un module de gestion sophistiqué, utilisant les sondes de pression dans les cylindres et des lois de pilotage déterminées par GM, contrôle le processus de combustion HCCI, ainsi que la transition entre la combustion HCCI et la combustion conventionnelle par alluma-

ge commandé. La transition entre les processus de combustion peut encore être décelée sur les prototypes de démonstration, mais sera imperceptible sur les modèles de série. GM a déjà réussi à assurer un fonctionnement totalement transparent à son système de désactivation des cylindres nommé Active Fuel Management.

Actuellement, les prototypes GM peuvent opérer en HCCI jusqu'à environ 120 km/h, passant en allumage commandé à des vitesses plus élevées et à forte charge. Il sera possible à l'avenir l'élargir la plage de fonctionnement en HCCI grâce à des progrès sur le système de gestion et l'ensemble mécanique.

« La partie la plus difficile dans le HCCI est sans doute d'arriver à gérer le processus de combustion, » explique le professeur Grebe, directeur exécutif pour les techniques avancées de GM Powertrain. « Avec l'allumage par étincelle, vous pouvez régler la synchronisation et l'intensité de l'étincelle. Mais avec la combustion sans flamme HCCI, il faut adopter des stratégies complexes

et opportunes de changement de la composition et de la température du mélange pour obtenir des performances semblables. »

L'équipe internationale GM travaillant sur le HCCI va continuer à lisser le fonctionnement du système dans une gamme plus large de conditions de fonctionnement tout autour du globe, depuis les froids les plus intenses aux chaleurs les plus extrêmes, en passant par l'air raréfié des hautes altitudes.

« Bien que nos coûts de développement pour le HCCI aient été substantiels, nous avons fait des progrès énormes en permettant à cette technique de combustion très attendue de passer du laboratoire à la piste d'essai grâce aux prototypes Saturn Aura et Opel Vectra. Il faudra encore investir dans le développement, car il est nécessaire de mener des programmes de recherches et d'essais pour rendre cette technique utilisable dans des conditions variées aux mains de conducteurs très différents », indique le professeur Grebe.