



Le 1^{er} décembre 2008

Le HydroGen4 à l'épreuve des routes d'Europe

- Version européenne de la plus grande évaluation internationale de voitures à pile à combustible jamais menée
- Rendement et fonctionnalité profitent d'améliorations techniques

Le lancement de la quatrième génération de véhicules GM à hydrogène signale que le monde automobile est désormais encore plus proche de l'arrivée d'une voiture sûre, commercialement viable, sans aucune émission de CO₂.

Le HydroGen4 est animé par le système le plus avancé de pile à combustible GM. Ce dernier bénéficie d'améliorations considérables par rapport à la dernière génération : les progrès ont porté sur le rendement, la longévité et la possibilité de démarrer et de fonctionner à des températures inférieures à zéro.

« La propulsion par pile à combustible alimentée par hydrogène souligne la volonté de General Motors de dégager l'automobile du problème environnemental, » explique Carl-Peter Forster, président de GM Europe.

Le HydroGen4 est le résultat de 10 ans de recherche et développement sur l'hydrogène et la pile à combustible qui ont coûté plus d'un milliard de dollars. Dix véhicules semblables seront exploités à Berlin dans le cadre du Clean Energy Partnership (CEP), qui constitue la partie européenne du programme d'essai Project Driveway de GM. Le Project Driveway est la plus grande évaluation de véhicules à pile à combustible jamais menée dans le monde, impliquant au total plus de 100 HydroGen4 d'essais.

Les informations récupérées par le Project Driveway aux États-Unis et en Allemagne vont permettre aux ingénieurs de GM d'avoir des confirmations essentielles de leurs calculs, et



va leur fournir également une vue très précise de l'abord de ce type de véhicule, de sa conduite et de son quotidien par ses futurs propriétaires.

Les véhicules du CEP seront équipés d'un système de communication sans fil des données, qui permettront aux ingénieurs de disposer dans un serveur GM/Opel de toutes les informations collectées sur les véhicules. L'entretien des véhicules sera fait dans une concession Opel classique à Berlin.

Comment fonctionne le HydroGen4

Le cœur du HydroGen4 est sa pile à combustible. Les piles à combustible convertissent l'énergie chimique stockée (de l'hydrogène en l'occurrence) en énergie électrique sans combustion ni émissions de CO₂. Par le biais d'une réaction électrochimique, elles réunissent hydrogène et oxygène pour constituer de l'eau, tout en produisant au passage de l'électricité.

A l'intérieur de chaque cellule de la pile à combustible l'hydrogène se sépare en protons et en électrons sur le catalyseur placé à l'anode. Les protons à charge positive traversent la membrane en direction de la cathode, alors que les électrons à charge négative transitent par un circuit externe, produisant en chemin un flux électrique. Sur le catalyseur de la cathode, l'oxygène réagit avec les électrons et les protons et forme de l'eau. Une pile constituée de multiples cellules peut produire ainsi assez de puissance pour alimenter un moteur électrique.

La pile à combustible du HydroGen4 se compose de 440 cellules connectées en série. L'ensemble du système offre une puissance électrique atteignant 93 kW. Il alimente un moteur électrique synchrone de 73 kW/100 ch. Le HydroGen4 franchit le zéro à 100 km/h en 12 secondes environ, et la vitesse maxi de cette traction-avant est de l'ordre de 160 km/h. Il bénéficie aussi d'une excellente nervosité dès les plus basses vitesses, due à la valeur instantanée de couple du moteur électrique, 320 Nm.

A la différence du HydroGen3, les différentes cellules du HydroGen4 sont disposées horizontalement – alors qu'elles étaient verticales – pour des raisons de d'encombrement, permettant une meilleure répartition des différents composants dans le véhicule. L'alimentation en gaz de la pile sur le HydroGen4 est également différente du



HydroGen3 : au lieu d'un compresseur à vis à la cathode, c'est un turbocompresseur électrique qui alimente en air la pile à combustible. Le silence et le rendement y gagnent.

Le HydroGen4 peut démarrer et rouler à des températures inférieures à zéro. Il s'agit là d'un progrès considérable par rapport à son prédécesseur, et d'une qualité essentielle pour l'utilisation au quotidien de véhicules à pile à combustible. Cette amélioration a été rendue possible grâce à la combinaison intelligente de mesures comme l'isolation thermique, la gestion de l'eau et la stratégie de fonctionnement.

Le HydroGen4 fonctionne à l'hydrogène comprimé

Le HydroGen4 dispose d'un réservoir composé de trois bonbonnes haute pression de 700 bars faites en composite de fibres de carbone pouvant contenir au total 4,2 kg d'hydrogène. Ce qui lui permet d'avoir une autonomie atteignant 320 kilomètres.

L'expérience tirée de la flotte de HydroGen3, au sein de laquelle plusieurs véhicules utilisaient des systèmes cryogéniques de stockage de l'hydrogène liquide, a conduit GM à décider d'utiliser le stockage d'hydrogène sous forme de gaz comprimé à 700 bars.

L'inconvénient principal du stockage liquide de l'hydrogène est le phénomène inévitable de perte par évaporation. Même avec la meilleure des isolations, l'hydrogène liquide se réchauffe peu à peu dans les réservoirs du véhicule, et une partie se vaporise. Au bout de quelques jours, cette quantité d'hydrogène doit être évacuée du réservoir afin de réduire la montée en pression, ce qui conduit à une perte inévitable et significative de carburant.

Une batterie tampon pour le freinage régénératif

Le système de propulsion à pile à combustible du HydroGen4 est secondé par une batterie tampon nickel-hydrure de métal d'une capacité de 1,8 kWh. La batterie permet d'améliorer les performances en assumant les demandes de crête du système.

Le rendement de l'ensemble du système de propulsion est également amélioré car la batterie tampon permet le freinage régénératif. En freinant ou en décélérant, le moteur électrique passe en mode générateur et utilise l'énergie électrique produite par le freinage pour recharger la batterie. En cas de freinage plus important, le HydroGen4 fera alors



aussi appel à un système de freinage hydraulique, comme une voiture conventionnelle. Cette association de freinage régénérateur et de freinage hydraulique est appelée freinage mixte. Elle est utilisée en faisant intervenir des systèmes comme l'ESP, ou quand la décélération exigée excède les possibilités du freinage régénératif.

Les systèmes de batterie et de freinage sont aussi des développements communs au véhicule électrique à multiplicateur d'autonomie (E-REV). Le premier d'entre eux, le Chevrolet Volt, doit entrer en production commerciale pour une diffusion aux Etats-Unis en 2010.

Le HydroGen4 est basé sur la carrosserie du crossover compact de GM, et offre le même confort, le même espace intérieur et la même sécurité qu'une voiture classique actuelle. Le système de pile à combustible prend place dans le compartiment moteur, à la place du moteur conventionnel. La batterie nickel-hydrure de métal repose sous le plancher au milieu du véhicule.

Par rapport au modèle de série, le HydroGen4 se distingue par des prises d'air de refroidissement supplémentaires au bas des angles avant destinées à la pile à combustible. À l'arrière, au lieu du pot d'échappement, le nouveau tablier dispose de quatre minces fentes verticales qui laissent échapper la vapeur d'eau propre. Ce design spécifique permet aux observateurs de savoir que ce n'est pas un véhicule moteur à combustion interne conventionnel.

Le véhicule dispose d'une longue liste d'équipements de sécurité montés de série, comprenant des airbags frontaux conducteur et passager, des airbags rideaux, l'ABS et l'ESP.

GM s'investit dans la mise au point de la pile à combustible

Pour accompagner au sein de GM le développement de la pile à combustible jusqu'à sa commercialisation, la division de recherches pile à combustible Fuel Cell Activities, comprenant plus de 600 employés, a été intégrée dans la structure normale de développement des voitures de série, une étape préalable à la production en série éventuelle de véhicules à pile à combustible.