



ALWAYS A
BETTER WAY

La berline à pile à combustible Mirai Première européenne

Alors que les ventes¹ ont débuté au Japon en décembre dernier, la nouvelle Toyota Mirai sera lancée sur certains marchés européens à la fin de l'été 2015. Elle est présentée pour la première fois au public en Europe au Salon de Genève.

La Mirai² marque l'avènement d'une nouvelle ère pour l'automobile. Grâce à l'hydrogène – une source d'énergie essentielle dans l'avenir – qu'elle utilise comme carburant pour produire de l'électricité, la Mirai associe des performances environnementales élevées avec les avantages et le plaisir de conduite d'une voiture traditionnelle.

MIRAI

La Mirai bénéficie du Toyota Fuel Cell System (TFCS), qui combine les technologies pile à combustible et hybride. Elle est équipée de la pile à combustible FC Stack et des réservoirs d'hydrogène à haute pression conçus par Toyota. Le TFCS affiche un meilleur rendement qu'un moteur à combustion interne et n'émet ni CO₂ ni polluants à l'usage. Les conducteurs peuvent aussi profiter des mêmes prestations qu'un véhicule à essence en termes d'autonomie et de temps de ravitaillement (environ trois minutes³).

La Mirai offre tout ce que l'on peut attendre d'une voiture de la prochaine génération : un style reconnaissable au premier coup d'œil, une conduite plaisante grâce au centre de gravité bas favorable au comportement dynamique et une accélération à la fois puissante et silencieuse fournie par le moteur électrique.

L'hydrogène peut provenir de nombreuses ressources naturelles ou de sous-produits des activités humaines telles que les boues d'épuration. Il peut aussi être produit à partir de l'eau en exploitant l'énergie renouvelable comme le soleil ou le vent. Une fois comprimé, il présente une densité énergétique plus élevée que celle des batteries et il est assez facile à stocker et transporter. Il pourrait ainsi répondre aux besoins futurs de production d'énergie et pour de nombreuses autres applications. Les piles à combustible génèrent de l'électricité à partir de l'hydrogène. Elles peuvent donc contribuer à donner naissance à une future société de l'hydrogène et à accélérer la diversification énergétique.

LE TFCS ASSOCIE RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT ET AVANTAGES PRATIQUES

La Mirai bénéficie du TFCS, une combinaison de la pile à combustible et de la technologie hybride.

Le rendement énergétique de ce système est supérieur à celui d'un moteur à combustion interne. Il est plus respectueux de l'environnement puisqu'il ne rejette ni CO₂ ni polluants à l'usage, tout en offrant une autonomie équivalente à celle d'un véhicule à essence avec un temps de ravitaillement en hydrogène d'environ trois minutes³.

Ce système repose sur des composants développés par Toyota, comme la pile à combustible Toyota (Toyota FC Stack), le convertisseur survolteur de tension (FC Boost Converter) et les réservoirs à haute pression.

LA PILE À COMBUSTIBLE TOYOTA FC STACK

La nouvelle pile à combustible Toyota FC Stack atteint une puissance maximale de 155 ch (114 kW). Le rendement de production d'électricité a été amélioré grâce à l'emploi d'un maillage très fin de canaux d'écoulement en 3D⁴, une première mondiale⁵. Ils garantissent une production d'électricité uniforme sur les surfaces de la pile, autorisent des performances élevées dans des dimensions compactes et une densité de puissance unique au monde⁵ de 3,1 kW/l (2,2 fois plus que pour le modèle de génération précédente, le Toyota FCHV-adv, dont quelques exemplaires ont été proposés en location dans le cadre de campagnes d'essais en conditions réelles).

La quantité d'eau sur les membranes d'électrolyte de la pile à combustible a une influence déterminante sur le rendement de production d'électricité. Le contrôle de la quantité d'eau est effectué via un système de circulation interne qui met en mouvement l'eau produite en générant l'électricité. Cette caractéristique fait de la Toyota FC Stack le meilleur système actuel au monde⁵, puisque contrairement à ceux utilisés dans les véhicules à pile à combustible précédents de Toyota, il se passe d'humidificateur.

FC BOOST CONVERTER

Un nouveau convertisseur survolteur compact à haut rendement et haute capacité a été développé pour amplifier la puissance générée par la Toyota FC Stack jusqu'à une tension de 650 volts. L'augmentation de la tension permet de réduire la taille du moteur électrique ainsi que le nombre de cellules de la Toyota FC Stack. Ainsi le Toyota Fuel Cell System est plus petit, plus performant, avec comme conséquence un coût plus faible.

RESERVOIRS D'HYDROGENE A HAUTE PRESSION

Les réservoirs employés pour stocker l'hydrogène à très haute pression – 70 MPa (mégapascals), soit environ 700 bars ou 700 fois la pression atmosphérique – présentent une structure à trois couches faite de plastique renforcé de fibre de carbone (CFRP) et d'autres matériaux. Par rapport aux réservoirs à haute pression du Toyota FCHV-adv, la capacité de stockage a progressé d'environ 20 % tout en réduisant le poids et l'encombrement de manière à atteindre la valeur record⁵ de 5,7 %⁶.

UN VÉHICULE CONÇU AVEC UN NIVEAU DE SÉCURITÉ MAXIMAL

La Mirai a été conçue en plaçant la sécurité en tête des priorités, avec une logique consistant à s'assurer que l'hydrogène ne peut pas fuir et que dans le cas improbable ou cela se produirait, la fuite soit immédiatement détectée et l'écoulement d'hydrogène stoppé afin d'empêcher toute accumulation.

- Développement de réservoirs à hydrogène haute pression résistants et durables, avec d'excellentes performances contre la perméation de l'hydrogène
- Des détecteurs d'hydrogène déclenchent des alertes et peuvent fermer les robinets d'arrêt des réservoirs
- Les réservoirs à hydrogène et tous les éléments liés à l'hydrogène sont implantés en dehors de l'habitacle pour garantir une dissipation facile en cas de fuite

L'emploi de dispositifs tels qu'une structure qui disperse et absorbe efficacement l'énergie d'impact à travers de nombreux éléments garantit un haut niveau de sécurité qui protège la pile à combustible et les réservoirs d'hydrogène à haute pression en cas de choc frontal, latéral ou arrière.

La structure de la Toyota FC Stack est construite à partir de plastique renforcé de fibre de carbone. Ce matériau thermoplastique est à la fois léger, solide et facile à produire en grande série. Il protège la Toyota FC Stack en absorbant les chocs dus aux défauts de la route et aux vibrations causées par le revêtement de chaussée.

Par ailleurs, la Mirai bénéficie d'une panoplie complète d'aides à la conduite avancées dédiées à la sécurité :

- Un système pré-collision (avec radar à ondes millimétriques) aide à éviter les accidents ou réduit leurs conséquences en déclenchant des alertes puis un freinage automatique s'il détecte un risque élevé de collision.
- Un système d'avertissement de franchissement de ligne exploite une caméra pour lire les lignes blanches et jaunes et alerter le conducteur lorsque le véhicule s'apprête à dévier de sa file.
- Le Drive-start Control empêche les démarrages brutaux ou les accélérations

intempestives lors des manœuvres du levier de vitesse.

- Un moniteur d'angle mort utilise un radar pour détecter les véhicules présents sur les voies adjacentes et aide le conducteur à vérifier qu'il peut changer de file en toute sécurité.

LA MIRAI AFFICHE UN STYLE IMMÉDIATEMENT RECONNAISSABLE

Une nouvelle technique a été employée pour la face avant afin d'implanter de chaque côté les larges entrées d'air qui assurent l'alimentation en oxygène et le refroidissement de la pile à combustible. Cette face avant inédite confirme le caractère unique de ce véhicule.

De profil, la Mirai évoque la forme d'une goutte d'eau qui s'écoule et exprime ainsi l'originalité technique de cette voiture qui aspire de l'air et n'émet que de l'eau. Les nervures latérales du toit et le capot semblent sortir de la carrosserie pour créer l'impression d'une silhouette basse et d'une allure futuriste.

L'arrière du véhicule présente des lignes très marquées avec une forme trapézoïdale qui s'étend de la plaque d'immatriculation jusqu'aux coins du bouclier et vers l'avant en direction des roues, tandis que le dessin de la partie supérieure du bouclier accentue visuellement la largeur et l'expression d'une posture puissante et stable. Il simule également le passage de l'air à travers le bouclier et en-dessous.

Les projecteurs de la Mirai se distinguent par leur aspect à la fois high-tech et luxueux grâce à un dessin novateur avec un alignement de quatre LED. Les clignotants et les feux de jour séparés accentuent la finesse du bloc optique tout en assurant une transition visuelle avec les côtés de la calandre. Ce design épuré a également pour objectif de favoriser l'écoulement de l'air.

Les jantes en aluminium de 17 pouces sont allégées grâce à une méthode innovante de gravage⁷. Enfin, les clients pourront choisir l'une des six teintes de carrosserie disponibles.

UN HABITACLE À L'AGENCEMENT FUTURIS TE

La silhouette de la Mirai est dessinée pour offrir une agréable sensation d'espace. Les surfaces du mobilier, notamment les contreportes, reçoivent des habillages doux au toucher, associés à des finitions chromées qui créent une ambiance intérieure moderne et raffinée.

Les sièges avant offrent un dessin enveloppant très confortable et un excellent maintien grâce à un procédé de moussage intégré des sièges et de leurs housses⁸. Afin de garantir une position idéale, les sièges conducteur et passager avant disposent de réglages électriques sur huit axes ainsi que pour le support lombaire. L'affichage implanté au sommet de la console centrale comprend un compteur de vitesse digital ainsi qu'un écran multifonction à cristaux liquides TFT haute définition de 4,2 pouces (11 cm) de diagonale. Le conducteur peut naviguer entre

les différentes informations via les touches implantées sur le volant.

Les différentes commandes de chauffage et de climatisation, y compris celles des sièges chauffants, sont regroupées sur un panneau tactile au bas de la console centrale.

Tous les équipements de confort sont présents de série, notamment le volant et les sièges chauffants (deux niveaux de température pour chaque siège), conçus pour fournir une chaleur instantanée tout en limitant la consommation d'énergie, l'air conditionné à régulation automatique à deux zones (droite et gauche) avec mode ECO, ainsi qu'une technologie "Nanoe"⁹ de purification de l'air de l'habitacle. Trois couleurs sont disponibles pour l'intérieur, y compris une teinte Warm White.

UNE EXCELLENTE TENUE DE ROUTE ET UN SILENCE EXCEPTIONNEL QUI FAVORISENT LE PLAISIR DE CONDUITE

La puissance élevée de la pile à combustible Toyota FC Stack alimente le moteur électrique, avec le renfort éventuel de la batterie pour garantir une excellente réactivité quelle que soit l'allure. À chaque accroissement de la pression sur l'accélérateur, l'augmentation du couple est instantanée et suivie d'une accélération franche et progressive.

La tenue de route et le confort profitent de la rigidité élevée de la structure, notamment autour de la suspension arrière, ainsi que de l'implantation des principaux composants tels que la Toyota FC Stack et les réservoirs d'hydrogène au centre du véhicule sous le plancher. Cette architecture permet d'abaisser le centre de gravité et d'obtenir une répartition des masses optimale entre l'avant et l'arrière.

Le soubassement entièrement caréné et le dessin aérodynamique des feux de jour réduisent la résistance à l'air et contribuent ainsi à une consommation faible et à la stabilité à vitesse élevée. Les ailettes situées de chaque côté à l'arrière participent elles aussi à la tenue de cap en ligne droite.

Un niveau sonore exceptionnellement bas est obtenu grâce au moteur électrique et à la réduction des bruits aérodynamiques, mais aussi aux joints appliqués sur toutes les pièces de la carrosserie et à l'emploi de matériaux d'insonorisation répartis de manière optimale autour de la cabine, y compris du verre insonorisant pour le pare-brise et toutes les vitres des portes.

Le mode "Bs" (brake support) optimise le freinage régénératif et améliore les performances du freinage lorsque le conducteur commande une décélération importante, lors de longues descentes par exemple.

TOYOTA OUVRE L'ACCES A SES BREVETS LIES AUX VEHICULES A PILE A COMBUSTIBLE

Afin de stimuler le développement des véhicules à pile à combustible, Toyota Motor Corporation rend accessible sans redevance près de 5 680 brevets liés à cette technologie détenus par l'entreprise dans le monde, y compris certaines applications en attente de validation.

Toyota considère qu'il est essentiel de favoriser la diffusion de la technologie de pile à combustible dès les premières étapes de son lancement. Des initiatives concertées seront vitales, tant avec les fournisseurs d'énergie qui cherchent à étendre l'infrastructure de ravitaillement qu'avec les constructeurs automobiles qui veulent progresser dans le développement de véhicules à pile à combustible en vue de leur commercialisation.

Toyota rendra accessibles sans redevance les licences d'utilisation de ses brevets sur la pile à combustible à toutes les entreprises qui produiront et commercialiseront des véhicules équipés de cette technologies sur toute la période d'introduction sur le marché, qui devrait s'étendre jusque vers l'année 2020. Cette initiative inclut des brevets fondamentaux pour le développement et la production de véhicules à pile à combustible, comme ceux liés à la pile à combustible elle-même (environ 1 970 brevets), aux réservoirs d'hydrogène haute pression (environ 290 brevets) ou à la technologie de commande du système de pile à combustible (3 350 brevets).

Afin d'accélérer le déploiement du réseau de distribution, Toyota ouvrira aux installateurs et opérateurs de stations d'hydrogène les droits d'utilisation d'environ 70 brevets portant sur sa distribution.

Toyota prévoit une mise à disposition gratuite de ses licences de brevets pour les entreprises et les organisations dans le cadre de contrats négociés selon l'utilisation envisagée, en conformité avec les procédures habituelles de licences de brevets.

Toyota pratique depuis longtemps une politique d'ouverture de ses droits de propriété intellectuelle en concédant sous licence certains de ses brevets. Mais en mettant à disposition gracieusement ses brevets liés aux véhicules à pile à combustible, Toyota va encore plus loin, avec pour objectif de promouvoir la démocratisation des véhicules à pile à combustible et l'avènement d'une société de l'hydrogène.

Prévisions de ventes

Lancement : septembre 2015

Marchés : Allemagne, Danemark,

Royaume-Uni en 2015, suivis d'autres pays en 2017

Volume annuel : 50 à 100 unités/an en 2015 et 2016

Prix : 66 000 € + TVA

(en Allemagne)

Site de production

Motomachi, Japon, Toyota Motor Corporation

Notes

¹ Les ventes débutent dans les zones où sont implantées des stations de ravitaillement en hydrogène et aux alentours

² Futur en japonais

³ Selon les mesures de Toyota, en ravitaillant à une station fournissant de l'hydrogène à une pression de 70 MPa selon les conditions du Standard SAE J2601 (température ambiante de 20°C, pression du réservoir d'hydrogène au moment du ravitaillement de 10 MPa). Le temps peut varier selon la pression de ravitaillement en hydrogène et la température ambiante.

⁴ Canaux disposés selon une structure fine de réseau tridimensionnel. Améliore la dispersion de l'air (oxygène) afin de permettre une génération d'électricité uniforme sur les surfaces de la pile.

⁵ En novembre 2014, selon les recherches de TMC.

⁶ Masse d'hydrogène stocké rapportée à celle du réservoir.

⁷ Procédé de fabrication employé pour alléger les roues en aluminium. Le métal est arasé à partir de la ligne d'intersection entre le disque et la jante afin de réduire le poids de chaque roue d'environ 500 grammes.

⁸ La méthode précédente consistait à mouler les garnitures des sièges séparément puis à les recouvrir. Avec le nouveau procédé de moussage, les housses sont placées dans des moules et une mousse uréthane est directement injectée à l'intérieur.

⁹ Marque déposée de Panasonic Electric Works Co. Ltd.