



TOYOTA

TOUJOURS
MIEUX
TOUJOURS
PLUS LOIN

TOYOTA MIRAI



OCTOBRE 2015



TOYOTA MIRAI

SOMMAIRE

2

LE MOT DE L'INGÉNIEUR
EN CHEF

4

TOYOTA AUX AVANT-POSTES
DU DÉVELOPPEMENT
DURABLE

8

LA MIRAI, PREMIÈRE
VOITURE À PILE À
COMBUSTIBLE DE TOYOTA

12

L'HYDROGÈNE
AU MICROSCOPE

16

LA MIRAI, UNE "ÉCO-VOITURE"
INNOVANTE, PRATIQUE ET
FACILE À CONDUIRE

20

GROS PLAN SUR LA MIRAI

22 Confort et plaisir
de conduite

24 Une voiture pratique et
respectueuse
de l'environnement

26 Un design extérieur
futuriste

28 Un style intérieur
sophistiqué

30 Un démarrage irrépro-
chable par temps froid

32 Sécurité active, passive
et équipements
de confort

34

LE FONCTIONNEMENT DU
TFCS, LA MEILLEURE PILE
À COMBUSTIBLE ACTUELLE

38

SÉCURITÉ : LA VOITURE,
LE RAVITAILLEMENT ET
LE GAZ

42

CONSIDÉRATIONS
ÉCOLOGIQUES :
DE LA PRODUCTION
AU RECYCLAGE

46

SPÉCIFICATIONS

48

BANQUE D'IMAGES



Yoshikazu Tanaka

Directeur du développement,

Alors que le monde commence tout juste à envisager une "société de l'hydrogène", Toyota s'intéresse à cette énergie depuis 1992, date des débuts du développement de sa technologie de pile à combustible (PAC en français, FC pour Fuel Cell en anglais). Les éléments de base (la pile elle-même et les réservoirs d'hydrogène) ont fait l'objet d'un développement indépendant et, au fil du temps, Toyota a acquis une grande maîtrise dans leur conception et leur fabrication. Aujourd'hui enfin, après avoir mis au point les techniques nécessaires durant plus de vingt ans, nous commercialisons la MIRAI.

En tant qu'ingénieur en chef, c'est moi qui ai choisi lors du développement le slogan du concept car FCV (Fuel Cell Vehicle) : "H2 Pioneer for the Next Century" (Le pionnier de l'hydrogène pour les cent prochaines années). En pensant à l'automobile des cent prochaines années, Toyota a réa-

Entré chez Toyota Motor Corporation en 1987, Yoshikazu Tanaka a d'abord dirigé le développement des motorisations et boîtes automatiques avant de passer au Planning Produit en 2006. Depuis cette date, il occupe le poste de directeur du développement, chargé de la coordination des projets Prius Rechargeable et Mirai.

lisé un véhicule d'un intérêt unique en son genre, un pionnier qui permettra de concrétiser la société de l'énergie H2. Outre son excellence technique et écologique, je suis convaincu que la Mirai plaira beaucoup aux automobilistes par sa conduite plaisante, ses lignes futuristes évoquant clairement sa spécificité, son silence et son confort routier.

Mais pour qu'une technologie "verte" profite à l'environnement, encore faut-il qu'elle se généralise... Toyota a déjà pris l'initiative de démocratiser des véhicules hybrides absolument inédits. Mais avec cette nouvelle voi-

ture, nous mettons sur le marché une innovation encore plus révolutionnaire que la Prius de première génération ; il nous appartient maintenant de tout mettre en œuvre pour populariser ce modèle et la technologie de pile à combustible.

La mise sur pied de l'infrastructure nécessaire aux véhicules à PAC prendra sans doute dix ou vingt ans, voire davantage. À l'évidence, le chemin sera long et difficile. Mais pour le bien des générations futures, c'est la voie que nous devons suivre.



AVEC CETTE NOUVELLE VOITURE, NOUS METTONS SUR LE MARCHÉ UNE INNOVATION ENCORE PLUS RÉVOLUTIONNAIRE QUE LA PRIUS DE PREMIÈRE GÉNÉRATION ; IL NOUS APPARTIENT MAINTENANT DE TOUT METTRE EN OEUVRE POUR POPULARISER CE MODÈLE ET LA TECHNOLOGIE DE PILE À COMBUSTIBLE

- Les enjeux écologiques d'aujourd'hui et la réponse de Toyota
 - Comment le véhicule à PAC peut-il contribuer à la protection de l'environnement ?
 - Généraliser les véhicules à PAC pour ouvrir la voie à la société de l'hydrogène
-

TOYOTA AUX AVANT-POSTES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE



LES ENJEUX ÉCOLOGIQUES D'AUJOURD'HUI ET LA RÉPONSE DE TOYOTA

Sous l'accroissement constant de la population mondiale (qui devrait atteindre 9,6 milliards d'habitants en 2050), la production automobile devrait continuer d'augmenter – d'où une consommation massive de carburants fossiles qui aggravera encore le changement climatique, le réchauffement de la planète et la pollution atmosphérique.

Pour lutter contre ces problèmes écologiques, deux stratégies sont mises en place.

La première consiste à utiliser moins de pétrole. Exemple type : les véhicules hybrides qui combinent une grande efficacité thermique, des moteurs économes en carburant et de nombreuses technologies de pointe.

La seconde consiste à diversifier les sources d'énergie – vaste sujet sur lequel travaille Toyota depuis des décennies, en cherchant à diversifier les motorisations et les carburants. Chaque carburant de subs-

titution possède ses caractéristiques propres mais Toyota est certain que, parmi d'autres, l'hydrogène porte en lui la promesse d'un avenir plus propre. C'est un vecteur énergétique respectueux de l'environnement qui peut être produit par différentes sources et matières premières, notamment l'énergie solaire ou éolienne, les biocarburants et le gaz naturel. Voilà pourquoi l'entreprise investit actuellement beaucoup dans les véhicules à pile à combustible alimentée à l'hydrogène.

COMMENT LE VÉHICULE À PAC PEUT-IL CONTRIBUER À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ?

Au lieu de l'essence ou du gazole, un véhicule à PAC fonctionne à l'hydrogène. Plus précisément, il est entraîné par un moteur électrique alimenté en électricité générée par une réaction chimique qui se produit entre l'hydrogène et l'oxygène au sein d'une pile à combustible. L'unique rejet étant la vapeur d'eau, il n'émet aucune des substances nocives que sont le CO₂ (un facteur majeur du réchauffement clima-

LA DIVERSIFICATION DES SOURCES D'ÉNERGIE EST UN VASTE SUJET SUR LEQUEL TRAVAILLE TOYOTA DEPUIS DES DÉCENNIES, EN CHERCHANT À DIVERSIFIER LES MOTORISATIONS ET LES CARBURANTS

tique), le SO_2 ou les NOx (facteurs de pollution atmosphérique). Outre le fait qu'il ne produit aucune émission à l'usage, ce type de véhicule est très pratique grâce à sa grande autonomie et à son temps de ravitaillement très court.

Compte tenu de ces deux atouts – zéro émission et grande commodité –, Toyota le considère comme l'“éco-voiture” idéale.

GÉNÉRALISER LES VÉHICULES À PAC POUR OUVRIR LA VOIE À LA SOCIÉTÉ DE L'HYDROGÈNE

Les véhicules à PAC bénéficient d'un rendement énergétique très élevé, d'une grande autonomie, font rapidement le plein et ne rejettent que de l'eau en roulant. C'est donc une technologie éco-responsable au fort potentiel, qui justifie pleinement le qualificatif d'“éco-voiture idéale”. Toutefois, ils nécessitent en retour une infrastructure particulière : des stations-services d'hydrogène. C'est justement en 2015 que débute leur construction dans plusieurs pays du monde. Saura-t-on saisir cette opportunité ? De la réponse à cette question dépend le succès ou l'échec futur des véhicules à pile à combustible.

Voilà trois décennies que Toyota s'est attelé à leur développement. En effet, alors que le monde commence à peine à envisager une “société de l'hydrogène”, Toyota s'intéresse à cette énergie depuis 1992, date des débuts du développement de sa technologie de pile à combustible. Les éléments de base (la pile elle-même et les réservoirs d'hydrogène) ont fait l'objet d'un développement indépendant et, au fil du temps, Toyota a acquis une grande maîtrise de conception et de fabrication. Aujourd'hui, après avoir conçu et affiné les techniques nécessaires, Toyota lance sur le marché sa première voiture à pile à combustible, la Mirai, un nom qui signifie “futur” en japonais.



- Toyota commercialise une innovation encore plus révolutionnaire que la Prius de première génération
-

LA MIRAI, PREMIÈRE VOITURE À PILE À COMBUSTIBLE DE TOYOTA



La Mirai est une composante essentielle du rêve Toyota d'une société de la mobilité durable, car elle offre un moyen de transport confortable et sûr, qui permet de se déplacer librement et sans aucune pollution.

En pensant à l'automobile des cent ans à venir, Toyota a réalisé un véhicule d'un intérêt unique en son genre, un pionnier qui permettra de concrétiser la société de l'hydrogène. Outre sa très haute technologie et ses performances écologiques, il s'agit d'une voiture plaisante à conduire, silencieuse et confortable dont les lignes futuristes signent clairement la spécificité.

Mais pour qu'une technologie "verte" profite à l'environnement, encore faut-il qu'elle se généralise... Si Toyota a déjà pris l'initiative de démocratiser des véhicules hybrides, c'est une innovation plus capitale encore que la Prius I qu'il lance aujourd'hui, et l'entreprise mettra tout en œuvre pour populariser la Mirai et sa technologie.

Quant à savoir qui achètera la Mirai, elle devrait particulièrement séduire les dirigeants d'entreprise qui cherchent à initier personnellement une "révolution énergétique" pour changer le monde – autrement dit des pionniers prêts à engendrer des changements qui concerneront la planète entière pour les cent ans à venir. Leur profil ? Par exemple des clients qui accordent une importance capitale au respect de l'environnement et sont donc convaincus de la nécessité des véhicules à PAC, ou encore des innovateurs aisés qui admirent les technologies ultramodernes et l'originalité... sans compter bien sûr les passionnés d'automobile.

Du côté des organismes, la Mirai pourrait intéresser des entreprises publiques souhaitant participer à la protection de l'environnement, ou bien des administrations d'État et des collectivités territoriales qui tiennent à promouvoir une technologie décarbonée.

**LA MIRAI EST UNE COMPOSANTE ESSENTIELLE DU RÊVE
TOYOTA D'UNE SOCIÉTÉ DE LA MOBILITÉ DURABLE**



- Une source d'énergie écologique
 - La nécessité d'un réseau de stations-service d'hydrogène
 - Un carburant automobile vraiment sûr
 - Œuvrer pour une société de l'hydrogène
-

L'HYDROGÈNE AU MICROSCOPE



UN VECTEUR D'ÉNERGIE ÉCOLOGIQUE

Pour produire l'hydrogène qui alimente la Mirai, on peut utiliser de nombreuses ressources naturelles ou des sous-produits des activités humaines tels que les boues d'épuration. On peut aussi l'extraire de l'eau au moyen d'énergies renouvelables, solaire ou éolienne par exemple. Une fois comprimé, l'hydrogène présente une densité énergétique supérieure à celle des batteries et il est assez facile à stocker et transporter. À l'avenir, il pourrait ainsi servir à la production d'énergie et à bien d'autres applications. Dans la mesure où les piles à combustible génèrent leur propre électricité à partir d'hydrogène, elles peuvent contribuer à une future économie de l'hydrogène en accélérant la diversification énergétique.

L'HYDROGÈNE EN QUELQUES MOTS

- L'hydrogène est le gaz le plus léger sur Terre ; il est incolore, inodore et non toxique.
- Lors de la réaction chimique productrice d'électricité, l'hydrogène se lie à l'oxygène pour former de l'eau. Par conséquent, il n'y a aucune émission de CO₂.
- Contrairement au CO₂, l'hydrogène n'absorbe pas le rayonnement infrarouge ; il n'a donc aucune incidence sur le réchauffement climatique
- Il se liquéfie à - 253 °C environ

LA NÉCESSITÉ D'UN RÉSEAU DE STATIONS-SERVICE D'HYDROGÈNE

Pour faire le plein d'hydrogène, il faut évidemment une infrastructure de distribution : ce seront des stations-service spécialement étudiées pour ravitailler les véhicules à pile à combustible. Elles pourront être fixes ou mobiles, les stations fixes pouvant elles-mêmes distribuer de l'hydrogène produit sur site ou hors site. La production d'hydrogène sur site consiste en un reformage de la matière première (kérosène, GPL, gaz naturel, biogaz, etc.) au niveau même de la station. Cette dernière peut également le produire par électrolyse, l'alimentation électrique étant assurée par l'énergie éolienne ou des panneaux solaires. Dans le cas d'une station hors site, l'hydrogène est transporté depuis son site de production jusqu'à la station, comme c'est aujourd'hui le cas des carburants acheminés des raffineries jusqu'aux pompes.

UN CARBURANT AUTOMOBILE VRAIMENT SÛR

L'hydrogène est aussi sûr que n'importe quel autre carburant automobile. Voilà des décennies qu'il fait office de vecteur d'énergie : chez Toyota et ailleurs, on possède donc un savoir-faire et une expérience amplement suffisants pour le manipuler en toute sécurité. Ces questions de sécurité seront traitées en détail au chapitre 6.

**L'HYDROGÈNE EST AUSSI SÛR QUE N'IMPORTE
QUEL AUTRE CARBURANT AUTOMOBILE**

ŒUVRER POUR UNE SOCIÉTÉ DE L'HYDROGÈNE

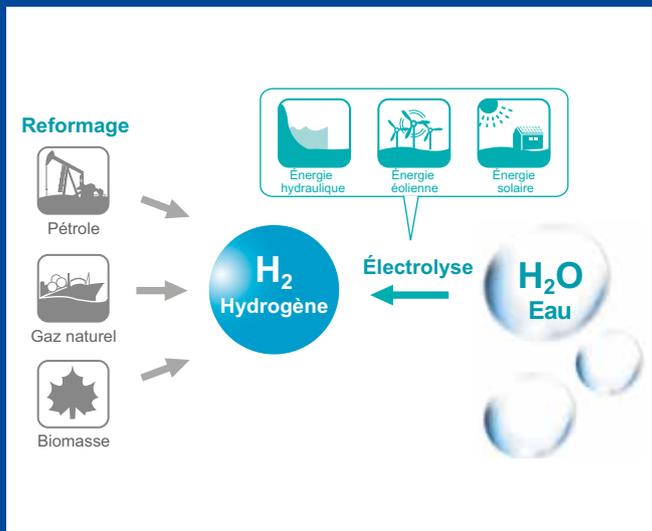
L'expression "Société de l'hydrogène" ou "Économie de l'hydrogène" désigne une société qui en ferait une source d'énergie efficiente et décarbonée, apte à remplacer les carburants fossiles traditionnels. De fait, l'idée est séduisante car l'hydrogène peut être stocké, transporté et transformé en énergie (eau et chaleur) en n'émettant que de l'eau.

Toutefois, l'hydrogène n'existe pas à l'état pur sur Terre. Il doit être produit à partir d'autres composés tels que l'eau, le gaz naturel ou la biomasse, des procédés qui ont naturellement besoin d'énergie pour les convertir en hydrogène pur. C'est pourquoi il est d'ailleurs plus juste de qualifier l'hydrogène de vecteur d'énergie ou de moyen de stockage, plutôt que de source d'énergie. L'impact environnemental de son utilisation dépend donc de l'empreinte carbone du mode de production.

Parmi les applications potentielles de l'hydrogène, l'une des plus utiles concerne l'alimentation des voitures et des bus électriques, dans lesquels une pile à combustible convertit l'hydrogène et l'oxygène de l'air en électricité. L'hydrogène peut également servir à stocker l'énergie renouvelable provenant de sources intermittentes, par exemple lorsque le vent souffle mais que la demande d'électricité est faible. Dans ce contexte, il constitue une alternative de choix aux batteries et autres moyens de stockage à grande échelle, d'autant plus que la part des sources d'énergie intermittentes est en constante augmentation dans les réseaux électriques européens. En ce moment même, la ville de Hambourg prouve à travers son projet "Power to gas for Hamburg"* qu'il est tout à fait judicieux d'emmagasiner le surplus d'énergie sous forme d'hydrogène : c'est le principe du *Power to Gas*, la

conversion d'électricité en gaz. L'hydrogène peut aussi faire office de combustible pour le chauffage des pavillons et des bâtiments, seul ou mélangé à du gaz naturel.

C'est la flexibilité de l'hydrogène qui lui vaut une telle utilité potentielle dans le cadre de futures solutions énergétiques à faibles émissions de carbone. Ses moyens de production sont aussi divers que ses applications possibles. De plus, l'industrie chimique l'exploite déjà abondamment : on maîtrise donc parfaitement sa production, sa manipulation et sa distribution à grande échelle. Pour toutes ces raisons, bon nombre de spécialistes considèrent l'hydrogène comme un élément incontournable de la solution énergétique décarbonée la moins coûteuse.



* <http://www.hysolutions-hamburg.de/en/projects/all-projects>

- Une “éco-voiture” d’actualité aux multiples qualités
 - Un véhicule basé sur la pile à combustible *Toyota Fuel Cell System* (TFCS)
 - Rendement supérieur à celui des moteurs à combustion interne
 - Grande autonomie et ravitaillement rapide
 - De l’eau pour unique rejet
 - Lignes novatrices
 - Nombreux équipements de confort
-

LA MIRAI, UNE “ÉCO-VOITURE” INNOVANTE, PRATIQUE ET FACILE À CONDUIRE



Dans le monde d'aujourd'hui, la Mirai se présente comme l' "éco-voiture" à la pointe de l'actualité et des qualités : aucun inconvénient, une facilité d'utilisation comparable à celle des véhicules conventionnels, une autonomie du même ordre que celle des voitures à essence et un ravitaillement en 3 à 5 minutes.

De fait, elle synthétise les atouts qu'attendent les automobilistes d'une voiture de prochaine génération : un design extérieur très personnel, une capacité d'accélération remarquable et un silence incomparable grâce à la propulsion électrique, quelle que soit l'allure. S'y ajoute un réel plaisir au volant grâce au centre de gravité bas et à la tenue de route irréprochable.

La nouvelle Toyota Mirai signe l'avènement d'une nouvelle ère pour l'automobile. C'est un véhicule à pile à combustible (PAC), ce qui signifie qu'elle achemine l'oxygène de l'air et l'hydrogène jusqu'à sa pile pour y produire de l'électricité, laquelle fera ensuite tourner le moteur électrique qui propulse le véhicule. En utilisant l'hydrogène comme

combustible pour produire de l'électricité, la Mirai affiche des performances environnementales supérieures tout en offrant la commodité et le plaisir de conduire d'une voiture traditionnelle.

Elle est équipée du *Toyota Fuel Cell System* (TFCS), mariage des technologies pile à combustible et hybride. Ce système repose sur la nouvelle pile à combustible *FC Stack* et des réservoirs d'hydrogène à haute pression, des équipements brevetés par Toyota.

On pourrait comparer cette pile à une petite centrale électrique. À la différence d'une pile sèche, elle produit de l'électricité par réaction chimique entre l'hydrogène et l'oxygène. Tant que dure l'apport de ces deux éléments, elle continue d'en produire sans déperdition de puissance. Le rôle de la PAC est comparable à celui du moteur thermique dans un véhicule hybride, car ces deux dispositifs produisent de l'énergie en consommant un "combustible", même si ce dernier ne brûle pas dans une pile dite "à combustible". Le rendement de conversion du combustible en énergie est deux fois plus élevé que celui des moteurs à essence.

LA MIRAI EST ÉQUIPÉE DU TOYOTA FUEL CELL SYSTEM (TFCS), MARIAGE DES TECHNOLOGIES PILE À COMBUSTIBLE ET HYBRIDE

La Mirai offre tout ce que l'on peut attendre d'une berline de la prochaine génération : un style reconnaissable au premier coup d'œil et extrêmement novateur, une conduite plaisante grâce au centre de gravité bas favorable au comportement dynamique, une accélération silencieuse mais puissante fournie par le moteur électrique, ainsi qu'une multitude d'équipements de confort. En outre, les vibrations sont minimes et la vitesse maximale atteint 178 km/h (sur circuit).



**GROS PLAN
SUR LA MIRAI**



CONFORT ET PLAISIR DE CONDUITE

- Accélération franche et progressive
- Silence incomparable
- Stabilité, maniabilité et confort routier d'exception

La Mirai ne cède en rien sur le confort et le plaisir de conduite. Elle procure une souplesse et une sensation de douceur jusqu'alors inconnues, doublées d'un comportement très rigoureux en virage sur routes sinueuses.

ACCÉLÉRATION FRANCHE ET PROGRESSIVE

La puissance élevée de la pile et la puissance d'appoint de la batterie sont converties en force motrice par le moteur électrique. Le couple maximal est délivré dès la première sollicitation de l'accélérateur, l'accélération est à la fois puissante et progressive : la Mirai passe ainsi de 0 à 100 km/h en 9,6 secondes.

SILENCE INCOMPARABLE

Tout en s'affranchissant du bruit et des vibrations d'un moteur thermique, la Mirai peut se targuer d'un niveau sonore exceptionnellement bas grâce aux joints appliqués sur toutes les pièces de la carrosserie, mais aussi à l'emploi d'absorbants et d'isolants phoniques répartis de manière optimale autour de l'habitacle. D'autres mesures contribuent au silence intérieur :

- Du verre acoustique pour le pare-brise et toutes les vitres des portes.
- Des isolants phoniques de type expansé judicieusement placés dans l'ossature de carrosserie.
- Des absorbants phoniques autour du capot moteur et des ailes.
- La position très étudiée des rétroviseurs extérieurs et des montants avant, destinée à réduire les turbulences.

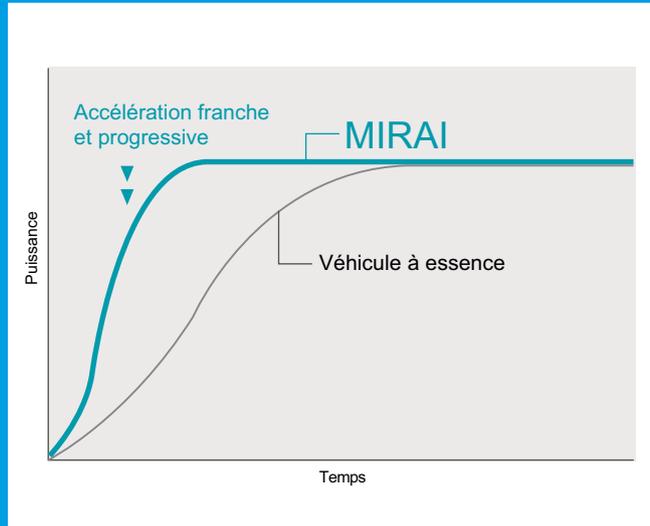
STABILITÉ, MANIABILITÉ ET CONFORT ROUTIER D'EXCEPTION

Le centre de gravité de la Mirai est bas, grâce à l'implantation sous le plancher de la pile à combustible, des réservoirs d'hydrogène et des autres composants du groupe moteur. Cette caractéristique assure une tenue de route et un confort de marche d'excellent niveau, en réduisant les mouvements de caisse.

LE COUPLE MAXIMAL EST DÉLIVRÉ DÈS LA PREMIÈRE SOLLICITATION DE L'ACCÉLÉRATEUR

Comme tous ces organes sont placés au centre du véhicule, la répartition du poids entre l'avant et l'arrière donne une sensation de parfait équilibre. Ainsi, le châssis se montre agile en virage et la voiture s'inscrit parfaitement dans la trajectoire voulue.

Par ailleurs, différents facteurs contribuent à la grande rigidité de la caisse. La rigidité accrue autour des suspensions assure une stabilité et une maniabilité excellentes. L'emploi d'aluminium et de tôles d'acier à haute limite d'élasticité pour le capot moteur et la structure de caisse allège l'ensemble tout en le rigidifiant. Il favorise en outre la sensation d'accroche au sol du train arrière et la réponse directionnelle, tout en contribuant là encore à la stabilité et à la maniabilité.



L'aérodynamisme a été particulièrement soigné. Puisque le véhicule n'émet pas de gaz chauds, le plancher a pu être entièrement recouvert – une mesure qui diminue la consommation en réduisant la résistance à l'air. La forme des feux de position participe à l'aérodynamisme, tandis que des ailettes aérostabilisatrices équipent les côtés des blocs feux arrière.

La suspension avant est confiée à des jambes MacPherson et la suspension arrière à un essieu de torsion, les réglages visant à procurer une tenue de route et un confort d'excellent niveau.

Mais ce n'est pas tout. D'autres mesures parachèvent le confort et le plaisir de conduite, au nombre desquelles le "mode Br" qui équivaut au frein moteur d'un véhicule thermique. Ce mode optimise la récupération d'énergie au freinage et renforce légèrement la décélération lorsque le conducteur souhaite réduire la vitesse, dans les longues descentes par exemple.

Bien évidemment, un véhicule à PAC ne possède pas la sonorité d'un moteur conventionnel ; aussi, pour le plaisir de l'oreille, un bruit spécifique de compresseur d'air accentue l'impression d'accélération. De même, un bruit factice accroît le sentiment de sécurité du conducteur en imitant la décélération produite par un freinage moteur.

Enfin, la Mirai dispose de deux modes de conduite : en mode ECO, le groupe motopropulseur privilégie la sobriété, tandis que le mode POWER modifie les caractéristiques moteur pour aviver la réponse aux sollicitations de l'accélérateur.

UNE VOITURE PRATIQUE ET RESPECTUEUSE DE L'ENVIRONNEMENT

- Bonne visibilité
- Position de conduite optimisée
- Coffre large et très accessible
- Rangements simples et fonctionnels

Tout en proposant de vivre l'expérience d'une voiture respectueuse de l'environnement, la Mirai rationalise l'exploitation des volumes en logeant la pile à combustible et les autres organes du moteur sous le plancher.

Plusieurs mesures garantissent une bonne visibilité : les essuie-glaces amincis et leur implantation soigneusement calculée ; l'optimisation de la forme des montants avant et la fixation des rétroviseurs à la porte ; et pour la visibilité vers l'arrière, un rétroviseur intérieur anti-éblouissement sans cadre, doté d'un support et d'un miroir agrandi.

La position de conduite ajustable a également été traitée comme une priorité. Parallèlement au volant réglable en hauteur et en profondeur, les sièges avant disposent de réglages électriques sur huit axes avec support lombaire motorisé. Ils sont également capables de mémoriser deux jeux de réglages (volant, siège, rétroviseurs extérieurs).

Un système motorisé optimise l'accessibilité du siège conducteur : lorsque le conducteur monte à bord ou descend, son siège recule automatiquement de concert avec la remontée automatique du volant, afin de faciliter les mouvements.

L'agencement astucieux de la batterie a permis de créer un coffre large et facilement accessible de 361 litres (norme VDA).

Par ailleurs, la Mirai est truffée de rangements simples et fonctionnels : un boîtier de console centrale qui, une fois fermé, se transforme en accoudoir (avec trappe coulissante) ; des bacs des portes avant pouvant contenir une bouteille en plastique de 500 ml ou des documents A4 à l'horizontale ; une console de plafond permettant de ranger de menus objets ; des aumônières au dos des sièges avant ; un porte-gobelet s'ouvrant d'une pression entre les sièges arrière ; un boîtier sous l'accoudoir central arrière ; un porte-gobelet à l'avant, des vide-poches arrière et une boîte à gants.

L'AGENCÉMENT ASTUCIEUX DE LA BATTERIE A PERMIS DE CRÉER UN COFFRE LARGE ET FACILEMENT ACCESSIBLE DE 361 LITRES



UN DESIGN EXTÉRIEUR FUTURISTE

- Profil en goutte d'eau
- Prises d'air impressionnantes
- Blocs optiques innovants
- Jantes aluminium

Le caractère futuriste du design extérieur et intérieur de la Mirai devrait particulièrement séduire les primo-adoptants. Si la silhouette évoque la "mobilité du futur", l'habitacle sophistiqué incarne parfaitement les qualités inédites et immédiatement perceptibles de cette berline d'avant-garde.

Tout en exprimant clairement son degré d'évolution technologique, la face avant souligne l'originalité du modèle, avec sa structure proéminente qui étire au maximum les impressionnantes prises d'air gauche et droite. Bien sûr, elles sont avant tout fonctionnelles puisqu'elles visent à maximiser l'entrée d'air.

Le profil en goutte d'eau exprime la spécificité technique de la Mirai, tandis que de dos, 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 impressionnantes prises d'air latérales évoquent elles aussi le fonctionnement de cette voiture qui aspire de l'air et ne rejette que de l'eau. Elles sont encadrées de barres chromées qui renforcent l'originalité de l'avant. De dos, le bouclier arrière dessine une silhouette imposante. Détail insolite : le triangle rouge inversé des antibrouillards et le mince becquet de coffre accentuent encore la forme très particulière du bouclier.

Les ingénieurs R&D de Toyota se sont particulièrement penchés sur le design et la structure des blocs optiques innovants de la Mirai. Dissociés des projecteurs, les clignotants avant et les feux de position se confondent avec l'encadrement des prises d'air. Les projecteurs luxueux et high-tech se distinguent par leur conception innovante formée d'un mince alignement de quatre LED, de dissipateurs de chaleur apparents et d'autres éléments optiques.

Les rétroviseurs extérieurs à réglage électrique possèdent une coque couleur carrosserie, un rappel de clignotant à LED très visible et une fonction d'évacuation de la pluie. Ils se rabattent automatiquement – une fonctionnalité très pratique pour le stationnement.

Les jantes en aluminium de 17 pouces ont pu être allégées grâce à un procédé de gravage inédit chez Toyota : 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.

LES JANTES EN ALUMINIUM DE 17 POUCES ONT PU ÊTRE ALLÉGÉES GRÂCE À UN PROCÉDÉ DE GRAVAGE INÉDIT CHEZ TOYOTA



UN STYLE INTÉRIEUR SOPHISTIQUÉ

- Design intérieur innovant
- Qualité perçue et matériaux doux au toucher
- Combiné d'instruments central
- Affichage multifonction
- Panneau de réglage capacitif de climatisation et de chauffage des sièges
- Haut niveau de confort
- Méthode de "moulage en place" pour les sièges

En écho à l'extérieur, le style intérieur traduit la nouveauté et les qualités de la Mirai, ce qui devrait intéresser les acquéreurs précoces de nouvelles technologies.

L'habitacle au design innovant se caractérise par la fluidité des formes s'étirant sans rupture depuis la casquette de l'instrumentation jusqu'aux vitres arrière, en passant par les montants de pare-brise. La structure enveloppée par le mince panneau central séparant les parties haute et basse de la console fait encore ressortir le côté futuriste de l'habitacle.

Le contraste entre les surfaces dures et les matériaux moussés est accentué par les touches de lumière des décors argentés éclairant l'intérieur et les zones douces au toucher qui habillent notamment les contre-portes, la planche de bord et la console centrale. Le jeu des contrastes confirme l'harmonie et le raffinement intérieur, à l'exemple des surfaces brillantes et géométriques des panneaux de commandes et des poignées qui s'opposent au noir profond de la console centrale.

Cerné d'éléments futuristes, le cockpit donne un avant-goût de la mobilité de demain. Placé en évidence au sommet de la planche de bord, le combiné d'instruments central innovant informe le conducteur tout en limitant sa distraction.

Le compteur de vitesse et l'affichage multifonction sont rassemblés sur un écran TFT à cristaux liquides et haute définition de 4,2 pouces (11 cm de diagonale). Les différentes indications se détachent clairement en gros caractères sur la couleur de fond, six onglets permettant de choisir le mode d'affichage (informations de conduite / navigation GPS / système audio / aides à la conduite / messages d'alerte / réglages). Quant au compteur, il affiche la vitesse en gros chiffres bien lisibles.

En plus du mode d'affichage classique, il est possible de subdiviser l'écran. Lorsque l'on appuie sur le bouton fléché du volant, cet écran secondaire fournit les informations relatives à la pile à combustible.

L'IMPRESSION DE MOBILITÉ FUTURE S'EXPRIME PAR L'INSTRUMENTATION INNOVANTE DU POSTE DE CONDUITE

Le panneau de réglage capacitif de la climatisation et du chauffage des sièges rappelle les tablettes numériques, les commandes s'effectuant par effleurement de l'écran. La température se règle très simplement, en glissant du doigt les boutons capacitifs vers le haut ou le bas. Le rétroéclairage des boutons et des caractères est blanc le jour et bleu clair la nuit. Entre autres informations, ce panneau indique au milieu la température de climatisation fixée et le débit d'air.

À bord, chaque occupant bénéficie d'un haut niveau de confort. Mélange de luxe et de modernité, cet habitacle raffiné est équipé de sièges au design contemporain qui traduisent le confort et la fonctionnalité d'une voiture de luxe. Leur ergonomie, leur confort et celui des suspensions ont également fait l'objet de la plus grande attention afin d'éviter toute cause de fatigue, même sur de longs trajets.

Ces sièges doivent leur esthétique et leur ergonomie parfaitement ajustée à une méthode de "moulage en place". Ce procédé consiste à injecter de l'uréthane dans une housse de siège préalablement ins-

tallée dans un moule, ce qui donne à la mousse sa forme définitive. Dans les méthodes classiques, les coussins sont d'abord moulés puis revêtus de la sellerie. Grâce au moulage en place, les sièges épousent exactement la forme voulue et enveloppent l'ensemble du corps, afin d'offrir une ergonomie et un soutien d'excellent niveau.

En outre, pour garantir une position idéale, les sièges conducteur et passager avant disposent de série de réglages électriques sur huit axes et d'un support lombaire motorisé. D'origine également, un chauffage à deux niveaux de température équipe tous les sièges de la Mirai. Des matériaux doux au toucher ont été ajoutés sur les zones d'appui, les dossiers et les coussins d'assise. Enfin, le confort est encore accru par la forme très étudiée des coussins afin de bien soutenir les hanches.

La haute qualité perçue et le sens de l'esthétique s'expriment dans les moindres détails, à l'image des zones capitonnées qui garnissent la casquette du tableau de bord, la planche de bord, la console, les contre-portes et les accoudoirs latéraux.



UN DÉMARRAGE IRRÉPROCHABLE PAR TEMPS FROID

- Meilleure production d'électricité juste après un démarrage par température négative
- Montée en température plus rapide

L'un des inconvénients inhérents aux véhicules à hydrogène tient au fait qu'une pile à combustible a besoin d'eau pour maintenir une production électrique satisfaisante. Et dans les régions du globe où la température chute régulièrement sous zéro, le surplus d'eau gèle. En perturbant la circulation d'air (oxygène) et d'hydrogène, ce phénomène diminue la production d'électricité.

Toyota a réussi à lever cette difficulté : la Mirai est désormais capable de démarrer par $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ et de fournir une puissance suffisante pour rouler juste après le démarrage. Pour y parvenir, deux axes de travail ont été suivis :

1) Amélioration de la production d'électricité juste après un démarrage par température négative :

- Performances accrues des électrodes et des canaux d'écoulement dans les cellules, favorisant l'évacuation de l'eau produite et sa dispersion dans l'air.
- Mise en œuvre d'une technique permettant de mesurer la teneur en eau dans les cellules pour l'amener à un niveau compatible avec une production d'électricité satisfaisante par température négative.

2) Montée en température plus rapide :

- Moindre capacité thermique résultant de la densité de puissance supérieure de la pile à combustible.
- Mise en œuvre d'une technique de gestion de la chaleur produite par la pile à combustible afin d'accélérer sa montée en température.

La Mirai a fait l'objet d'essais exhaustifs en froid extrême en Alaska, au Canada, en Finlande et au nord du Japon. Pour évaluer les performances de la pile, la voiture a été laissée la nuit à l'extérieur pendant 17 heures par des températures allant jusqu' $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$: 70 secondes après le démarrage, elle affichait déjà 100 % de la puissance utile.

LA MIRAI A FAIT L'OBJET D'ESSAIS EXHAUSTIFS EN FROID EXTRÊME EN ALASKA, AU CANADA, EN FINLANDE ET AU NORD DU JAPON



SÉCURITÉ ACTIVE, PASSIVE ET ÉQUIPEMENTS DE CONFORT

- Le summum de la sécurité
- Équipements de confort :
 - Commutateur ECO de climatisation
 - Rétroviseurs extérieurs rabattables automatiquement
 - Base de recharge pour smartphone
 - Volant et sièges chauffants
 - Équipement audio et multimédia haut de gamme

Les dispositifs de sécurité de la Mira sont tout à fait dignes de la plus moderne des "éco-voitures".

SÉCURITÉ ACTIVE

La Mirai est équipée d'un Système de sécurité précollision (PCS) particulièrement performant : son radar à ondes millimétriques détecte les véhicules ou les obstacles devant la voiture et, si le système juge le risque de collision élevé, il cherche à l'éviter en déclenchant des alertes puis un freinage automatique.

Si le conducteur réagit en freinant, le PCS lui vient en aide en renforçant la puissance de freinage. Et s'il ne réagit pas, le freinage précollision se déclenche automatiquement. Le système peut ainsi réduire la vitesse de 30 km/h au maximum afin d'éviter l'accident ou d'en limiter la gravité.

Pratique pour surveiller les abords de la voiture, le Moniteur d'angle mort (BSM) détecte les véhicules roulant sur les files adjacentes. Dès que l'un d'eux pénètre dans le champ d'angle mort, le voyant à LED

se met à clignoter sur le rétroviseur extérieur du côté concerné, tout comme le rappel de clignotant afin d'attirer l'attention du conducteur.

La Mirai bénéficie également de l'Avertisseur de circulation arrière (RCTA), qui détecte à l'aide d'un radar l'approche de véhicules par l'arrière quand la voiture sort d'un stationnement en marche arrière. À l'instar du BSM, un témoin à LED se met à clignoter et une alerte sonne pour avertir le conducteur.

Autre équipement de sécurité active, l'Alerte de franchissement de ligne (LDA) le prévient d'une sortie de voie involontaire. Une caméra reconnaît les lignes blanches (ou jaunes) au sol et, si le véhicule commence à s'en écarter sans déclenchement du clignotant, une alerte sonore doublée d'un signal à l'écran prévient le conducteur.

La fonction Drive-start Control évite les accidents dus à un démarrage brutal consécutif à une manœuvre de la sélection. Après avoir heurté un obstacle en marche arrière par exemple, il peut arriver que, dans sa hâte, le conducteur passe le levier de la position R à la position D alors qu'il a gardé le pied sur l'accélérateur. Dans ce cas, un signal à l'écran l'en avertit et le système supprime la puissance motrice pour éviter un démarrage brutal ou une accélération intempestive.

En conduite nocturne, la Gestion automatique des feux de route (AHB) commute automatiquement entre codes et phares pour optimiser la visibilité, en fonction de la luminosité ambiante perçue par le capteur de la caméra installée dans l'habitacle. Lorsque celui-ci détecte les lumières de véhicules précédents, venant de face ou de l'éclairage public, les feux de route repassent automatiquement en feux de croisement. Ainsi, le conducteur ne risque plus cet oubli et s'affranchit de l'inconvénient d'une commande manuelle. Cette fonction peut aussi être désactivée par le commutateur.

D'autres équipements de sécurité active complètent la dotation :

- Régulateur de vitesse adaptatif
- Contrôles de motricité (TRC) et de stabilité du véhicule (VSC)
- Freinage antiblocage ABS avec Répartiteur électronique de la force de freinage (EBD)
- Aide au démarrage en côte (HAC)
- Signal de freinage d'urgence
- Rétroviseur intérieur anti-éblouissement
- Système d'aide au stationnement
- Caméra de recul.

SÉCURITÉ PASSIVE

Huit airbags sont livrés de série :

- Deux airbags à double seuil de déclenchement aux places avant
- Un airbag de genoux côté conducteur
- Un airbag d'assise côté passager (anti-glisserment)
- Deux airbags latéraux aux places avant
- Deux airbags rideaux (sièges avant et arrière)

La carrosserie est conçue pour minimiser les blessures infligées aux piétons en cas d'accident. Certaines pièces telles que le capot moteur recourent à une structure déformable destinée à réduire et absorber les chocs à la tête ou toute autre partie du corps.

En outre, tous les sièges disposent d'une ceinture de sécurité à trois points avec prétensionneur et limiteur de force, la seconde rangée étant aussi équipée d'une barre de fixation polyvalente compatible avec les fixations ISOFIX pour siège enfant, ainsi que d'une barre haute d'ancrage des sangles.

ÉQUIPEMENTS DE CONFORT

Pour le bien-être des occupants, la Mirai offre de multiples équipements de confort.

Un commutateur ECO de chauffage/rafraîchissement automatise la régulation de l'air conditionné à deux zones (droite et gauche). Pour modifier la température fixée, il suffit de glisser un doigt sur les commandes tactiles situées de part et d'autre de la console centrale. Spécifique à la climatisation, le mode ECO privilégie l'économie de combustible en gérant l'air conditionné sans affecter les sensations de conduite. Il s'actionne en plaçant le commutateur sur marche, arrêt ou en le maintenant enfoncé. Enfin, un mode ECO HI privilégie davantage encore la baisse de consommation dans sa gestion de l'air conditionné.

Particulièrement utiles dans les parkings, les rétroviseurs extérieurs rabattables automatiquement se replient et se déploient lors du verrouillage/déverrouillage des portes.

Il est possible de recharger les smartphones compatibles avec la norme de recharge Qi par induction sans fil (ou équipés d'accessoires compatibles) en les posant simplement sur la base de recharge pour smartphone prévue dans le boîtier de console centrale.

Le volant et les sièges chauffants (à deux niveaux de température à toutes les places) procurent une chaleur instantanée tout en limitant la consommation électrique. Leur incidence sur la consommation et l'autonomie est encore plus mineure que celle de la climatisation, mais ils réchauffent instantanément le conducteur et les passagers. Le chauffage du volant s'actionne par le commutateur et se coupe automatiquement au bout de 30 minutes environ.

L'équipement audio et multimédia haut de gamme de la Mirai comprend de série un écran VGA TFT de 7 pouces (18 cm), un autoradio AM/FM, un lecteur de CD, la connectivité mains libres Bluetooth et un système de navigation. La sonorisation est confiée à un système JBL® Premium Sound à onze haut-parleurs et la console centrale est dotée de prises USB et auxiliaire.

Parmi les autres équipements de confort, citons le système d'accès et de démarrage sans clé, les dispositifs antivol (antidémarrage moteur + alarme automatique), les essuie-glaces avant à détecteur de pluie et la prise accessoires de 12 V cc.

- Le TFCS (*Toyota Fuel Cell System*), mariage des technologies hybride et pile à combustible développées par Toyota depuis plusieurs années
 - Deux sources d'énergie, la pile et la batterie, au service du moteur électrique
 - Comment la pile à combustible produit-elle de l'électricité ?
-

LE FONCTIONNEMENT DU TFCS, LA MEILLEURE PILE À COMBUSTIBLE ACTUELLE



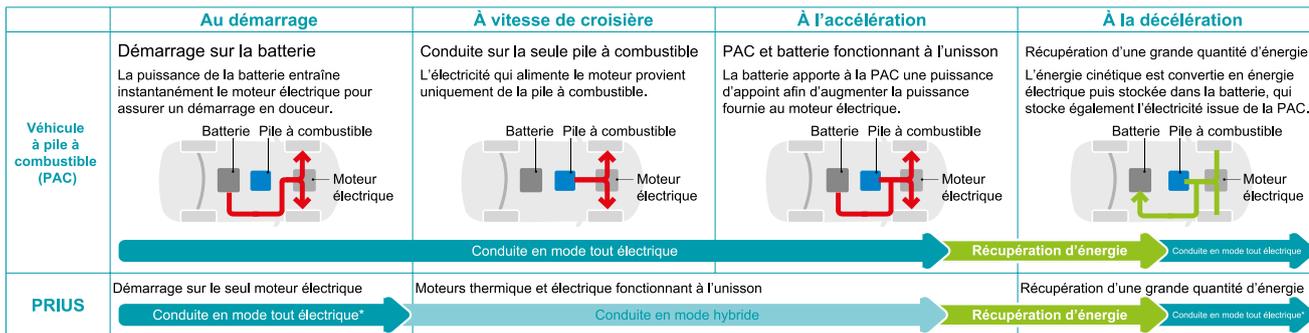
LE TFCS, MARIAGE DES TECHNOLOGIES HYBRIDE ET PILE À COMBUSTIBLE DÉVELOPPÉES PAR TOYOTA DEPUIS PLUSIEURS ANNÉES

Le système TFCS (*Toyota Fuel Cell System*) fait appel à la toute dernière pile Toyota FC Stack, compacte et très performante.

La conception de la Mirai s'articule autour de technologies fondamentales cultivées de longue date par Toyota : d'une part, la récupération d'énergie au freinage, d'autre part la technologie hybride à hautes performances et haut rendement qui vient en renfort du moteur lors des phases de démarrage et d'accélération. Selon les besoins, le système fait appel à la pile ou à la batterie, ou aux deux combinés, pour fournir la puissance nécessaire au moteur électrique de manière à obtenir une conduite à la fois performante et respectueuse de l'environnement.

DEUX SOURCES D'ÉNERGIE, LA PILE ET LA BATTERIE, AU SERVICE DU MOTEUR ÉLECTRIQUE

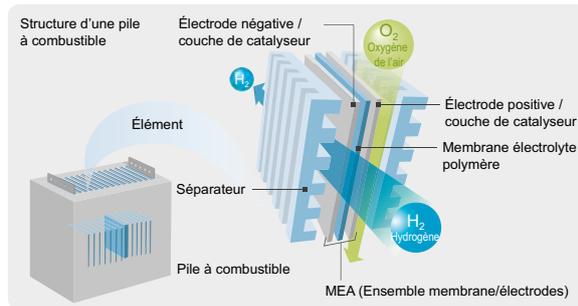
La Mirai est une hybride associant une PAC et une batterie. La signification première du terme "hybride" est le résultat du croisement de deux types différents. Appliqué à l'automobile, il désigne un véhicule utilisant deux sources motrices : un moteur thermique et un moteur électrique. Un véhicule à PAC tel que la Mirai s'écarte un peu de cette définition dans la mesure où il puise l'électricité qui sera transmise au moteur électrique dans la combinaison de la pile à combustible et de la batterie. Comme chez les autres technologies hybrides, la batterie apporte un supplément de puissance lors des accélérations afin d'améliorer les performances du véhicule et son rendement.



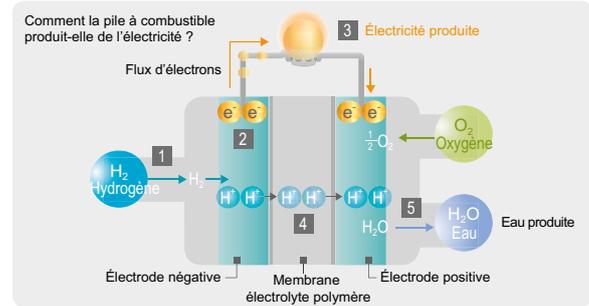
* Il se peut aussi que le moteur thermique fonctionne, selon les conditions

COMMENT LA PILE À COMBUSTIBLE PRODUIT-ELLE DE L'ÉLECTRICITÉ ?

L'élément de base (la cellule élémentaire) d'une pile à combustible se compose d'une membrane électrolytique, de deux électrodes (négative et positive) et de deux séparateurs. Bien que la tension de chaque élément soit faible – un volt au maximum –, on obtient une puissance de sortie capable d'animer un véhicule en reliant quelques centaines d'éléments en série afin d'augmenter la tension.



Dans une pile à combustible, l'électricité est produite à partir d'hydrogène et d'oxygène. L'hydrogène est acheminé vers l'électrode négative (l'anode) où un catalyseur force la libération des électrons. Une fois dissociés de l'hydrogène, ceux-ci migrent de l'électrode négative vers l'électrode positive (la cathode) en produisant un courant électrique. Après avoir perdu son électron, l'hydrogène devient un ion qui migre vers la borne positive en traversant la membrane polymère échangeuse de protons qui fait office d'électrolyte. Au niveau de l'électrode positive (la cathode), l'oxygène, les ions hydrogène et les électrons libres se combinent pour former de l'eau.



- La voiture : des réservoirs très robustes et des capteurs d'hydrogène ultra-sensibles
 - Le ravitaillement : des normes de sécurité internationales déjà en vigueur
 - Le gaz : les qualités d'usage de l'élément le plus léger de l'Univers
-

SÉCURITÉ : LA VOITURE, LE RAVITAILLEMENT ET LE GAZ



Au cours de la dernière décennie, des centaines de véhicules d'essai à PAC ont fait l'objet de tests routiers exhaustifs et de tests de sécurité. Ils ont totalisé des millions de kilomètres sur toutes sortes de terrains difficiles, fait leurs premières armes sur les terres gelées du nord de la Finlande et dans la chaleur suffocante du sud de l'Espagne. On a même tiré sur leurs réservoirs d'hydrogène avec des armes à haute vélocité. Bilan : la Mirai a passé toutes ces épreuves haut la main ! Elle est aussi sûre que n'importe quel autre modèle Toyota. Le fait qu'elle soit alimentée à l'hydrogène n'a strictement aucune incidence sur sa sécurité intrinsèque. La question de la sécurité se décompose ici en trois volets : la voiture, son ravitaillement et le gaz lui-même.



LA VOITURE : DES RÉSERVOIRS TRÈS ROBUSTES ET DES CAPTEURS D'HYDROGÈNE ULTRA-SENSIBLES

L'hydrogène qui sert de combustible à la Mirai est stocké sous haute pression (700 bars) dans deux réservoirs compacts et ultrarésistants. Toyota étudie en interne le sujet depuis 2000 et, aujourd'hui, les niveaux de robustesse et de sécurité obtenus sont plus que satisfaisants.

Les réservoirs doivent avant tout leur résistance à leur coque en fibre de carbone. Celle-ci est revêtue d'une couche de fibre de verre qui fait office de témoin : si la voiture était impliquée dans un accident, cette couche trahirait aussitôt les dégâts subis par le réservoir d'hydrogène. Des essais permettraient alors de déterminer si la coque en carbone elle-même a été atteinte. Par conséquent, la fibre de verre ne participe en rien à la rigidité du réservoir, mais elle apporte une confiance absolue dans son intégrité. Tout l'intérieur du réservoir est recouvert d'une chemise en plastique étanche à l'hydrogène.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les réservoirs ont subi des tests extrêmement sévères. Ils sont conçus pour supporter jusqu'à 225 % (norme GTR*) de leur pression de travail, ce qui représente à l'évidence une marge de sécurité confortable.

Dans le cas improbable d'une fuite, la Mirai est équipée de capteurs ultra-sensibles capables de détecter d'infimes quantités d'hydrogène. Ils sont placés en des points stratégiques afin de réagir instantanément. Dans l'éventualité hautement improbable d'une fuite dans le circuit d'alimentation, les capteurs fermeraient aussitôt les vannes de sécurité et couperaient le moteur.

À tout cela s'ajoute un troisième niveau de sécurité : l'habitacle est

LE FAIT QUE LA MIRAI SOIT ALIMENTÉE À L'HYDROGÈNE N'A STRICTEMENT AUCUNE INCIDENCE SUR SA SÉCURITÉ INTRINSÈQUE

parfaitement séparé du compartiment de stockage de l'hydrogène afin d'empêcher toute fuite d'y pénétrer, l'hydrogène se dispersant alors au fur et à mesure dans l'atmosphère.

LE RAVITAILLEMENT : DES NORMES DE SÉCURITÉ INTERNATIONALES DÉJÀ EN VIGUEUR

Le passage à la pompe est une étape critique car elle implique une action humaine, ce qui peut malheureusement conduire à des scénarios imprévus et dangereux – par exemple tenter de repartir alors que l'on a laissé le pistolet de la pompe accroché à la voiture. C'est pourquoi différentes précautions ont été prises.

Premièrement, le pistolet qui termine le tuyau de la pompe à hydrogène est muni d'un verrouillage mécanique assurant un parfait raccordement avec l'orifice de remplissage du réservoir. Tant que ce dispositif n'est pas solidement encliqueté en position, le ravitaillement ne peut pas commencer.

Deuxièmement, une impulsion de pression vérifie l'absence de fuite dans le circuit entre la pompe et la voiture. Si une fuite est détectée, le ravitaillement est interrompu.

Troisièmement, le débit de remplissage est soigneusement régulé pour éviter toute surchauffe lors du transfert de fluide. Des capteurs de température placés dans les réservoirs d'hydrogène du véhicule d'une part, le pistolet et la pompe d'autre part communiquent entre eux en permanence par infrarouges pour surveiller le débit de distribution afin d'éviter tout échauffement excessif. Jamais sans doute les automobilistes n'auront connu de méthode de ravitaillement aussi élaborée.

Les normes internationales SAE J2601, SAE J2799 et ISO 17268 actuellement en vigueur définissent les seuils de sécurité et les critères exigés des pompes à hydrogène gazeux. Elles fixent notamment la température maximale du combustible au niveau du pistolet, son débit maximal et la montée en pression maximale.

Si un conducteur tentait de redémarrer en laissant le pistolet fixé à la voiture, il n'y parviendrait pas car l'allumage reste coupé tant que le pistolet n'est pas raccroché à la pompe et la trappe du réservoir refermée. Et par souci de sécurité absolue, le tuyau intègre une protection supplémentaire qui verrouille la pompe si la voiture tire trop fort sur le tuyau en essayant de repartir, alors qu'elle est en train de faire le plein.

LE GAZ : LES QUALITÉS D'USAGE DE L'ÉLÉMENT LE PLUS LÉGER DE L'UNIVERS

On ne connaît pas de matière plus légère que le gaz hydrogène, beaucoup plus léger que l'air (x14). Par conséquent, si une fuite se produisait, il se dissiperait dans l'atmosphère. Et puisqu'il s'agit de la plus petite molécule connue dans l'Univers, il se disperse rapidement dans l'air et dans tous les autres gaz.

Par ailleurs, les réservoirs de la Mirai sont équipés d'un détendeur qui libère progressivement l'hydrogène en cas de hausse de température anormale (un incendie par exemple), afin d'éviter toute surpression ou explosion. On est donc bien loin du stéréotype de l'explosion d'hydrogène. De surcroît, ce type de feu épargnerait en grande partie le véhicule.

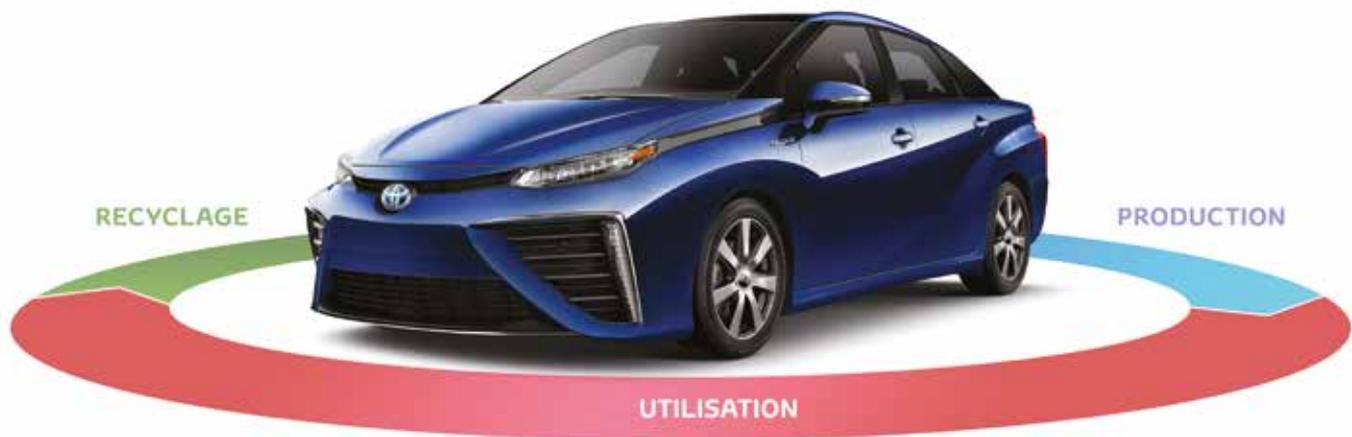
SYNTHÈSE DES QUESTIONS DE SÉCURITÉ

L'hydrogène est aussi sûr que n'importe quel autre carburant automobile. Voilà des décennies qu'il fait office de vecteur d'énergie : chez Toyota et ailleurs, on possède donc un savoir-faire et une expérience amplement suffisants pour le manipuler en toute sécurité. Qui plus est, c'est une source d'énergie exempte de carbone et sans danger, qui peut être produite à partir de nombreuses sources renouvelables et n'émet pas de gaz à effet de serre lorsqu'elle sert de combustible.

* GTR est l'abréviation de Global Technical Regulations, un ensemble de règlements techniques mondiaux établis par les Nations Unies et ayant à ce titre une portée mondiale et une valeur juridique.

- Production automobile
 - Production d'hydrogène
 - Recyclage
-

CONSIDÉRATIONS ÉCOLOGIQUES : DE LA PRODUCTION AU RECYCLAGE

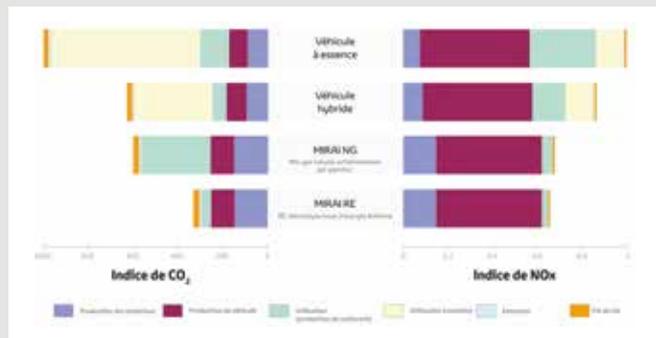


Dans la mesure où elle ne rejette que de l'eau à l'usage, la Mirai diminue considérablement l'impact écologique global du véhicule. Selon le mode de production d'hydrogène choisi, il est possible de réduire les émissions totales de CO₂ de 40 à 70 % comparativement à un véhicule à essence traditionnel. À l'avenir, lorsque l'hydrogène sera produit à grande échelle au moyen d'énergies renouvelables, les émissions de CO₂ du puits à la roue chuteront bien davantage encore en se rapprochant de notre objectif ultime : zéro émission.

PRODUCTION AUTOMOBILE

La Mirai est fabriquée sur un site Toyota respectueux de l'environnement qui s'efforce d'exploiter pleinement les ressources naturelles tout en coexistant en harmonie avec le milieu naturel. Cette démarche s'articule autour de trois axes :

- Une production d'électricité efficace issue de la chaleur dégagée par les plantes ou d'énergies renouvelables telles que l'énergie solaire.
- La suppression des déperditions énergétiques grâce au développement et à la mise en place de techniques de production à faibles émissions carbone et de mesures d'amélioration continue (Kaizen).
- La participation active à la vie de la communauté locale et à la protection des écosystèmes, en plantant par exemple des arbres sur les terrains de l'usine.



PRODUCTION D'HYDROGÈNE

L'hydrogène peut être produit à partir de diverses sources d'énergie primaire, selon la méthode la plus adaptée à chaque pays. Il peut également jouer un rôle majeur dans l'expansion des énergies renouvelables. Les énergies solaire et éolienne étant des sources intermittentes, leur production est instable et nécessite un moyen de stockage adéquat. L'une des solutions consiste justement à convertir l'électricité produite en hydrogène, plus approprié au stockage à grande échelle que les batteries grâce à sa densité d'énergie supérieure. La société du futur devra nécessairement recourir aux énergies renouvelables et, pour optimiser leur utilisation, exploiter de concert les réseaux électrique et hydrogène.



RECYCLAGE

Toyota accorde une grande importance à l'utilisation efficace des ressources. À ce titre, les pièces de la Mirai sont recyclables à 95 %. Et comme sa pile à combustible contient du platine, métal très précieux, Toyota a créé le premier réseau au monde de collecte et de recyclage des PAC.

Concernant la batterie, Toyota s'est fixé un objectif ambitieux pour l'Europe : collecter 100 % de ses batteries. En 2010, l'entreprise a créé au Japon la première unité au monde de reconditionnement des batteries usagées. En outre, depuis 2013, les batteries sont réemployées à des fins de stockage stationnaire d'électricité. Sachant que nos matières premières sont en quantité finie, Toyota progresse en permanence vers un mode d'exploitation plus économe en ressources.



SPÉCIFICATIONS

PILE À COMBUSTIBLE

Code modèle	FCA110
Type	Électrolyte polymère
Nombre d'éléments	370
Montage des éléments	En série
Puissance maxi (ch/kW)	155/114

BATTERIE

Type	Nickel-Hydrure métallique
Nombre d'éléments	34
Tension nominale (V)	244
Capacité (Ah)	6,5
Montage des éléments	En série

GÉNÉRATEUR ÉLECTRIQUE

Code modèle	4JM
Type	Moteur synchrone à aimant permanent
Puissance maxi (ch/kW)	154/113
Couple maxi (Nm)	335

TRANSMISSION

Configuration	Traction avant
Rapport de démultiplication	1,000: 1
Rapport de pont	3,478: 1

CHÂSSIS

Suspension avant	Jambes Mac Pherson
Barre stabilisatrice	oui
Suspension arrière	Barre de torsion
Barre stabilisatrice	non
Direction	
Type	À crémaillère
Type de direction assistée	Électrique
Démultiplication	14,8: 1
Tours de volant (butée à butée)	2,81
Diamètre de braquage mini entre trottoirs (m)	11,4
Freins	
Avant	Disques ventilés
Arrière	Disques pleins
Pneumatiques et jantes	
Jantes	17x7 J
Pneumatiques	215/55 R17 94W

PERFORMANCES

Vitesse maxi (sur circuit, km/h)	178
Acc. 0-100 km/h (sec)	9,6

CONSOMMATION (NEDC)

Cycle urbain (kg/100 km)	0,69
Cycle extra-urbain (kg/100 km)	0,8
Cycle mixte (kg/100 km)	0,76
Capacité du réservoir de carburant (kg)	5,0 environ

POIDS (KG)

Poids à vide en ordre de marche	1 850
Poids total en charge (kg)	2 180

AÉRODYNAMISME

Coefficient de pénétration dans l'air (Cx)	0,29
--	------

DIMENSIONS EXTÉRIEURES (mm)

Longueur hors tout	4 890
Largeur hors tout	1 815
Hauteur hors tout	1 535
Empattement	2 780
Voie avant	1 535
Voie arrière	1 545
Porte-à-faux avant	1 080
Porte-à-faux arrière	1 030
Garde au sol	130

COFFRE

Capacité (dm ³ , norme VDA)	361
--	-----

DIMENSIONS INTÉRIEURES (mm)

Longueur	2 040
Largeur	1 465
Hauteur	1 185

BANQUE D'IMAGES

Contenu :

- Fichiers Word et PDF
- Fichiers images .jpg haute et basse résolutions
- Films Quicktime

Réservé à un usage éditorial exclusivement

L'utilisation de cette clé USB est strictement limitée à votre usage professionnel. Cette clé USB ne pourra être utilisée pour aucun autre usage, ni rendue accessible à tout tiers, sans le consentement préalable écrit de Toyota Motor Europe NV/SA, Avenue du Bourget 60, B-1140 Bruxelles, Belgique.



MIRAI_EXT_01_DPL.JPG



MIRAI_EXT_02_DPL.JPG



MIRAI_EXT_03_DPL.JPG



MIRAI_EXT_04_DPL.JPG



MIRAI_EXT_05_DPL.JPG



MIRAI_EXT_06_DPL.JPG



MIRAI_EXT_07_DPL.JPG



MIRAI_EXT_08_DPL.JPG



MIRAI_EXT_09_DPL.JPG



MIRAI_EXT_10_DPL.JPG



MIRAI_EXT_11_DPL.JPG



MIRAI_EXT_12_DPL.JPG



MIRAI_EXT_13_DPL.JPG



MIRAI_EXT_14_DPL.jpg



MIRAI_EXT_15_DPL.JPG



MIRAI_EXT_16_DPL.JPG



MIRAI_EXT_17_DPL.JPG



MIRAI_EXT_18_DPL.JPG



MIRAI_EXT_20_DPL.JPG



MIRAI_EXT_21_DPL.JPG



MIRAI_EXT_22_DPL.JPG



MIRAI_EXT_23_DPL.JPG



MIRAI_EXT_24_DPL.JPG



MIRAI_EXT_25_DPL.JPG



MIRAI_EXT_26_DPL.JPG



MIRAI_EXT_27_DPL.JPG



MIRAI_EXT_28_DPL.JPG



MIRAI_EXT_29_DPL.JPG



MIRAI_EXT_30_DPL.JPG



MIRAI_EXT_31_DPL.JPG



MIRAI_EXT_32_DPL.JPG



MIRAI_EXT_33_DPL.JPG



MIRAI_EXT_34_DPL.JPG



MIRAI_EXT_35_DPL.JPG



MIRAI_EXT_36_DPL.JPG



MIRAI_EXT_37_DPL.JPG



MIRAI_EXT_38_DPL.JPG



MIRAI_EXT_39_DPL.JPG



MIRAI_EXT_40_DPL.JPG



MIRAI_EXT_41_DPL.JPG



MIRAI_EXT_42_DPL.JPG



MIRAI_EXT_43_DPL.JPG



MIRAI_EXT_44_DPL.JPG



MIRAI_EXT_45_DPL.JPG



MIRAI_EXT_46_DPL.JPG



MIRAI_DET_01_DPL.JPG



MIRAI_DET_02_DPL.JPG



MIRAI_DET_03_DPL.JPG



MIRAI_DET_04_DPL.JPG



MIRAI_DET_05_DPL.JPG



MIRAI_DET_06_DPL.JPG



MIRAI_DET_07_DPL.JPG



MIRAI_DET_08_DPL.JPG



MIRAI_DET_09_DPL.JPG



MIRAI_DET_10_DPL.JPG



MIRAI_DET_11_DPL.JPG



MIRAI_INT_01_DPL.JPG



MIRAI_INT_02_DPL.JPG



MIRAI_INT_03_DPL.JPG



MIRAI_INT_04_DPL.JPG



MIRAI_INT_05_DPL.JPG



MIRAI_INT_06_DPL.JPG



MIRAI_INT_07_DPL.JPG



MIRAI_INT_08_DPL.JPG



MIRAI_INT_09_DPL.JPG



MIRAI_INT_10_DPL.JPG



MIRAI_INT_11_DPL.JPG



MIRAI_INT_12_DPL.JPG



MIRAI_INT_13_DPL.JPG



MIRAI_INT_14_DPL.JPG



MIRAI_INT_15_DPL.JPG



MIRAI_INT_16_DPL.JPG



MIRAI_INT_17_DPL.JPG



MIRAI_INT_18_DPL.JPG



MIRAI_INT_19_DPL.JPG



MIRAI_INT_20_DPL.JPG



MIRAI_INT_21_DPL.JPG



MIRAI_HYD_01_DPL.JPG



MIRAI_HYD_02_DPL.jpg



MIRAI_HYD_03_DPL.JPG



MIRAI_HYD_04_DPL.JPG



MIRAI_HYD_05_DPL.JPG



MIRAI_HYD_06_DPL.JPG



MIRAI_HYD_07_DPL.JPG



MIRAI_HYD_08_DPL.JPG



MIRAI_HYD_09_DPL.JPG



MIRAI_HYD_10_DPL.JPG



MIRAI_HYD_11_DPL.JPG



MIRAI_HYD_12_DPL.JPG



MIRAI_HYD_13_DPL.JPG



MIRAI_HYD_14_DPL.JPG



Yoshikazu Tanaka.jpg







Toyota Motor Europe se réserve le droit de modifier, sans préavis, tout détail concernant les caractéristiques techniques et les équipements, qui peuvent varier selon les conditions et exigences locales. Les modèles et équipements disponibles dans votre pays peuvent différer des véhicules et des caractéristiques présentés ici : contactez votre service Relations Presse local pour connaître les éventuelles modifications. De même, les couleurs de carrosserie peuvent différer légèrement des photos illustrant cette publication.

Toyota Motor Europe

Product Communications Division
Avenue du Bourget 60 - Bourgetlaan 60
B - 1140 Brussels - Belgium



bit.ly/1NLRnCh

<http://newsroom.toyota.eu/>
Toyota Europe Blog: <http://blog.toyota.eu/>
Suivez-nous sur Twitter: [@toyota_europe](https://twitter.com/toyota_europe)