

## LE PROGRAMME HONDA



### Sommaire

1. Généralités
2. Historique des programmes de développement des véhicules légers
3. Le programme *FCX Clarity*
4. Autres prototypes

### 1. Généralités

*Honda Motor Company Ltd<sup>1</sup>* est l'un des constructeurs japonais les plus actifs en matière de développement de véhicules propres (véhicules hybrides) et en particulier de véhicules légers hybrides à pile à combustible de type PEM.

Bien qu'ayant débuté leurs recherches sur la pile à combustible en 1989, la partie visible de leurs travaux n'apparaît qu'en 1999 et ce sont les premiers (avec Toyota) à mettre en service, dès la fin 2002, quelques véhicules dans des administrations, aux USA et au Japon.

### 2. Historique des programmes de développement des véhicules légers

#### Année 1999

C'est en juillet 1999 que paraît la première information publiée par le journal *H&FC Letter* selon laquelle Honda avait décidé de mettre en place un budget de 500 millions de dollars sur 5 ans pour la R&D sur les piles à combustible. Peu de temps après (novembre 1999), Ballard confirme une commande de Honda d'un montant de 2,6 millions de dollars US. Dans le même temps, Honda dévoile ses deux premiers prototypes construits sur le même modèle CIVIC:

- a. **FCX-V1** (voir figure 1), équipé d'une pile PEM Ballard fournissant 60 kW et alimentant un moteur synchrone de 49 kW. L'hydrogène est stocké dans un réservoir à hydrures.
- b. **FCX-V2**, équipé d'une pile « maison » de même puissance. L'hydrogène est fourni par un reformeur (type auto-thermique) embarqué de méthanol.

Les deux modèles sont équipés d'une batterie hybridant la pile.

---

<sup>1</sup> [www.honda.com](http://www.honda.com)



Figure 1 – Le prototype **FCX-V1** (1999)

### **Année 2000**

En septembre 2000, Honda présente la **FCX-V3** (voir figure 2), sur le même châssis que les précédentes mais en configuration 4 places, équipée d'une pile Ballard de 62 kW<sub>e</sub> plus légère et de moindre encombrement que la précédente ; la FCX-V3 est de concept hybride (couplage avec une super-capacité). La pile est alimentée en hydrogène stocké à 250 bars (réservoir de 100 litres situé à l'arrière) et son autonomie est de 180 km pour une vitesse max. de 130 km/h. Le moteur électrique (synchrone à aimant permanent) a une puissance de 60 kW.

En novembre 2000, ce prototype rejoint la Californie (West Sacramento) dans le cadre du CaFCP (*California Fuel Cell Partnership*).



Shizuo Kambayashi / AP

Figure 2 – Le prototype **FCX-V3** (2000)

## Année 2001

En février 2001, un second prototype du même modèle (FCX-V3), équipé d'une pile « maison » un peu plus puissante (70 kW) rejoint sa sœur au CaFCP. Le reste de l'équipement est identique.

En septembre 2001, Honda présente la **FCX-V4**, équipée d'une pile Ballard de 78 kWe (Mark 901a) alimentée en hydrogène stocké à 350 bars (sous le plancher), pour une autonomie de 300 km.

## Année 2002

Depuis 2002, Honda ne parle plus que de son modèle **Honda FCX** (figure 3). Il s'agit d'une FCX-V4 légèrement améliorée. La pile Ballard qui l'équipe (type Mark 902) a une puissance de 78 kWe, la vitesse max. annoncée est de 150 km/h, l'autonomie est de 355 km et son poids de 1684 kg. Le moteur électrique a toujours une puissance de 60 kW. Le concept hybride avec une super-capacité est conservé. L'hydrogène (3,75 kg) est stocké sous pression à 350 bars. Ce modèle a subi avec succès, en avril-mai 2002, les crash-tests nécessaires à sa mise en circulation.



Figure 3 – le modèle **Honda FCX** (2002)

Ce véhicule **Honda FCX** est le premier véhicule à pile à combustible au monde à recevoir la certification gouvernementale US pour son utilisation commerciale. Il a la certification de l'*U.S. Environmental Protection Agency* (EPA) et du *California Air Resources Board* (CARB) ; de plus il satisfait les normes de sécurité US concernant la protection des occupants. Une certification de même nature avait été obtenue au Japon en mars 2002.

C'est ce modèle que Honda a décidé de louer à 5 exemplaires dès la fin 2002 : effectivement, le 2 décembre 2002, la ville de Los Angeles en a reçu officiellement un, ainsi que le gouvernement japonais à Tokyo (en même temps qu'un prototype Toyota). Ce prototype Honda est loué, au Japon, 6500 dollars/mois avec un contrat de 12 mois.

En 2002, Honda annonce la construction de 50 exemplaires d'ici la mi-2005, dont une trentaine serait exportée aux USA, le reste étant utilisé au Japon. Cette information a été indirectement confirmée par le canadien Ballard qui a annoncé, en décembre 2002, la conclusion d'un accord de fourniture de 32 piles de type 902, à Honda, d'ici 2005.

### **Année 2003**

En octobre 2003 (Tokyo Auto Show), Honda présente le concept-car **Kiwami** (figure 4) dont aucune caractéristique n'est dévoilée.

En novembre 2003, Honda annonce l'arrivée d'une nouvelle génération de pile « maison » (Honda FC stack), de performances électriques améliorées grâce à un nouveau type de membrane polymère (dite « alomatique », non fluorée), plus compacte grâce à des plaques bipolaires métalliques (base inox avec inclusions métalliques très conductrices) et capable de démarrer à une température de -20°C.



Figure 4 – Concept-car **Kiwami** (2003)

### **Année 2004**

En juin 2004, 12 véhicules type FCX sont déjà en circulation aux USA, quelques autres au Japon.

### **Année 2005**

En février 2005, 14 prototypes FCX étaient en circulation aux USA.

En juin 2005, pour la première fois, un véhicule à pile à combustible est loué pour deux ans à des particuliers, en l'occurrence une famille californienne (John et Sandy Spallino qui habitent près de Los Angeles), pour un prix de 500 \$/mois (figure 5), ce qui démontre la confiance du constructeur vis-à-vis de sa technologie.





Figure 5 – La première voiture à pile à combustible louée à des particuliers (FCX 2005)

En juillet 2005, Honda a présenté sa FCX de seconde génération, baptisée **FCX 2005** (voir éclaté, figure 6) qui a gagné 25% en autonomie et 33% en puissance max. par rapport à la précédente.

Les caractéristiques principales de la FCX 2005, sont les suivantes :

- a. pile à combustible « Honda » : 86 kWe en deux modules,
- b. moteur électrique de 80 kW
- c. hydrogène stocké sous 350 bars (2 cylindres de volume total 157 litres)
- d. hybridation avec une super capacité de 9,2 F (fabrication Honda)
- e. certifications US CARB et US EPA
- f. autonomie : 430 km (contre 355 km pour la version 2004)

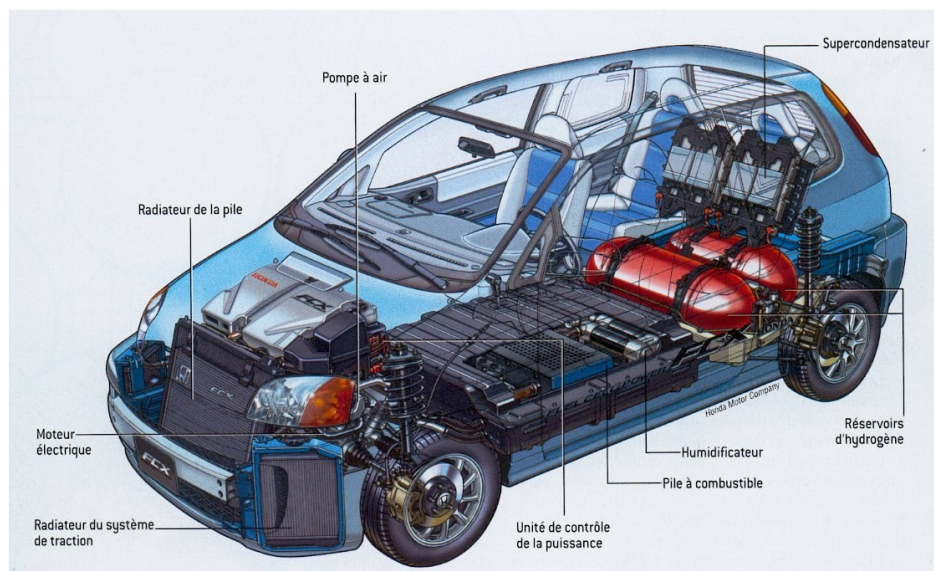


Figure 6 – Vue éclatée de la Honda **FCX 2005**

### **3. Le programme FCX Clarity**

Ce programme a été dévoilé en octobre 2005, à l'occasion du *Tokyo Auto Show*, avec la présentation d'un concept-car dont l'architecture tranchait avec la série des FCX présentées jusque là (figure 7). Il est équipé d'une pile « maison » de 100 kWe, d'un moteur électrique à l'avant de 80 kW et de deux moteurs roue (à l'arrière) de 25 kW chacun. Grâce à un nouveau système de stockage d'hydrogène, son autonomie est portée à 560 km. Il peut être couplé à une *Honda's Home Energy Station* pour se recharger en hydrogène.



Figure 7 – Le concept-car **FCX** présenté au *Tokyo Auto Show* (oct. 2005)

Moins d'un an plus tard, en septembre 2006, un nouveau modèle de la série, baptisé FCX 2006, est présenté sur l'île suédoise de Gotland. Il est fortement inspiré du concept-car présenté l'année précédente. En dehors de la carrosserie, plusieurs différences avec la FCX 2005 :

- les réservoirs d'hydrogène (en rouge sur la figure 8) qui sont plus petits. Mais ils contiennent pourtant plus d'hydrogène bien que la pression soit la même (350 bars) : c'est la structure du réservoir qui est nouvelle ; il contient un absorbeur d'hydrogène. Honda a fait ce choix pour des raisons de poids. A masse d'hydrogène identique, un réservoir à la pression de 700 bars aurait été plus lourd.



Figure 8 – Vue éclatée de la Honda **FCX 2006**

- la pile à combustible est d'un type nouveau et de performances améliorées. Elle est représentée sur la figure 9 à côté de la FCX 2006. Sa particularité est un arrangement des cellules en position verticale (d'où son appellation *V Flow*) et non plus horizontale, ce qui permet un meilleur drainage de l'eau formée. Elle est 20% plus petite et 30% plus légère. L'ensemble du générateur pèse 180 kg de moins et sa compacité est améliorée de 40%. Sa puissance est augmentée de 14 kWe. Le rendement global atteint 60%, soit près de trois fois

mieux qu'un moteur thermique. Les puissances spécifiques massique et volumique sont les suivantes : 1,5 kW/kg et 2 kW/l. De plus elle supporte une température de -30°C et peut démarrer à cette même température. La pile *V Flow* incorpore des canaux d'alimentation en forme de vagues pour les deux fluides, avec des canaux de refroidissement horizontaux. Les canaux en forme de vagues créent des turbulences qui améliorent la répartition des gaz. Les canaux de refroidissement horizontaux améliorent l'évacuation de la chaleur par rapport aux précédentes piles. Alors que la précédente pile nécessitait un système de refroidissement par cellule, la nouvelle pile n'a besoin que d'un échangeur thermique pour deux cellules.



Figure 9 – La FCX 2006 et sa pile à combustible

La pile est hybridée avec une batterie Li-ion, plus compacte et plus légère (d'environ 40%) que la super capacité qui équipait la version précédente. Ses spécifications sont données dans le tableau ci-dessous (Document Honda 2006) :

|                     |                |   |
|---------------------|----------------|---|
| Nombre de passagers |                | 4   |
| Moteur              | Puissance max. | 95kW  |
|                     | Couple max.    | 256N•m (26.1kg•m)                                     |
|                     | Type           | AC synchrone (Honda mfg.)                             |
| Pile à combustible  | Type           | PEFC (proton exchange membrane fuel cell, Honda mfg.) |
|                     | Puissance      | 100kWe  |
| Combustible         | Type           | Hydrogène comprimé                                    |
|                     | Stockage       | 350 bars  |
|                     | Capacité       | 171 litres  |
| Dimensions (L×W×H)  |                | 4,760 × 1,865 × 1,445mm                               |
| Vitesse max.        |                | 160km/h   |

|                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| Stockage d'énergie | Batterie Lithium-ion |
| Autonomie          | 570km                |
| Poids du véhicule  | 1 625 kg             |

Le 14 novembre 2007, Honda a présenté, au Salon International de l'Automobile à Los Angeles, ce modèle dans sa version définitive. Elle est baptisée **FCX Clarity** (voir figure 10). Une commercialisation limitée est confirmée pour l'été 2008. Elle est louée à des clients particuliers (hommes politiques, élus, vedettes, ...) en Californie du Sud où il y a une dizaine de stations de remplissage. Le loyer mensuel est de 600 \$ pour une durée de 3 ans, incluant la maintenance et une assurance collision.

Honda a profité de cette présentation pour faire découvrir la version IV de sa « *Home Energy Station* » conçue en collaboration avec l'américain *Plug Power, Inc.*



Figure 10 – La **FCX Clarity** (2007)

Le 16 juin 2008, Honda annonce, comme il avait été prévu initialement, qu'il avait démarré la production de la FCX Clarity et, symboliquement, remet leurs clefs aux 3 premiers clients. Honda présente le même jour sa chaîne de fabrication (voir figure 11) et précise que la pile à combustible est fabriquée chez *Honda Engineering Co.,Ltd.*



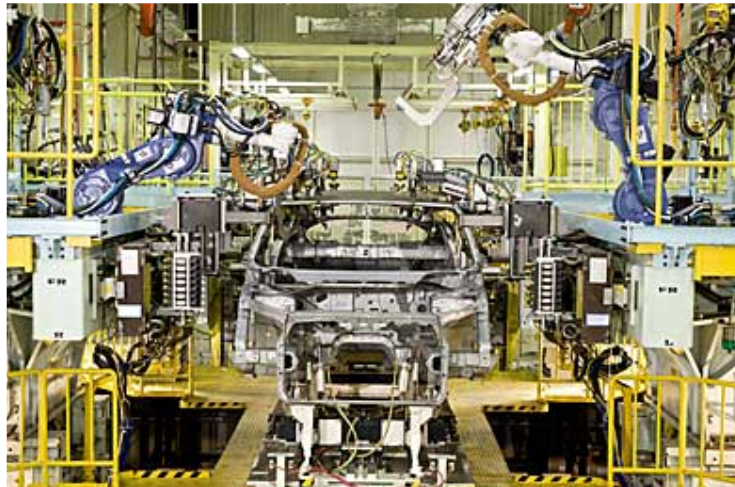
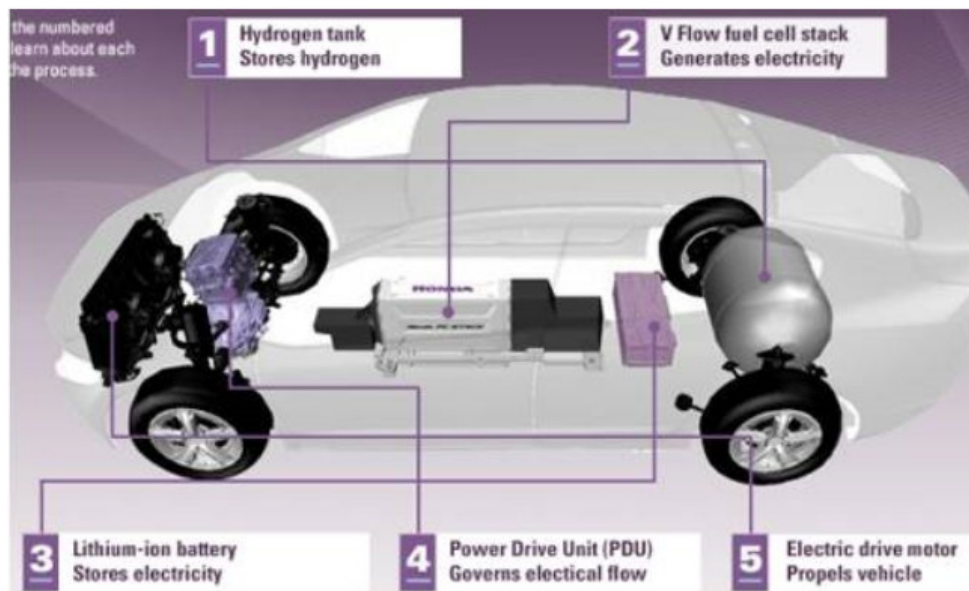


Figure 11 – La chaîne de fabrication de la **FCX Clarity** (juin 2008)

Les caractéristiques détaillées de la Clarity sont accessibles sur le [site de Honda](#).

La vue éclatée du modèle 2011 est représentée sur la figure 12



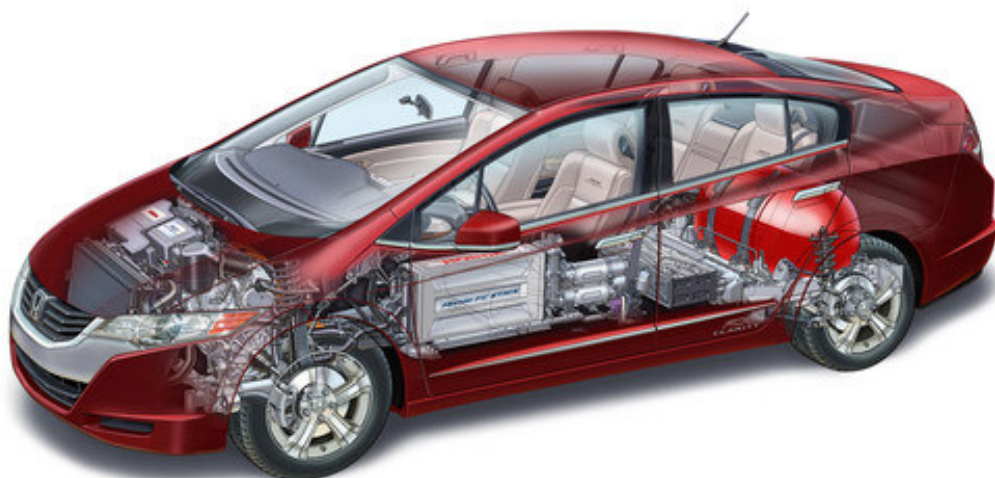


Figure 12 – Vues éclatées de la **FCX Clarity** 2011

Des photos de la FCX Clarity sont disponibles sur le [site](#).

En 2011, la Clarity a été utilisée comme *Pace Car* (voir figure 13) dans deux courses IndyCar, à St Petersburg en mars et au Japon en avril.



Figure 13 – La **FCX Clarity** utilisée comme *Pace Car* (2008)

#### Déploiement actuel de la FCX Clarity

Depuis 2008, environ 200 exemplaires ont été fabriqués et mis en service (via une location à 600\$/mois sur 3 ans) dans plusieurs pays, aussi bien à des particuliers (USA), qu'à des sociétés et organismes publics : UK (usine Toyota), CEP (Clean Energy Patnership en Allemagne), CaFCP (California Fuel Cell Partnership).

Honda a annoncé une commercialisation en 2015 avec un nouveau modèle.

#### **4. Autres prototypes**

Au *Tokyo Motor Show* de novembre 2007, Honda présente un concept-car baptisé **Puyo** (voir figure 11) mû par une pile à combustible non hybridée. La curiosité de ce véhicule réside d'une part dans sa carrosserie en gel de silicone absorbant de chocs qui s'illumine de couleurs différentes selon l'humeur du conducteur, et d'autre part dans ses roues pivotantes à 360 degrés.



Figure 11 – Le concept-car **Puyo** (2007)

Au 2008 Los Angeles Auto Show, Honda présente la **FC Sport** (figure 12), concept-car pour étudier l'extension du véhicule à pile à combustible vers les véhicules sportifs.



Figure 12 – Le concept-car **FC Sport** (2008)