



JAPON : LE PROGRAMME DE BUS A PILE A COMBUSTIBLE

Sommaire

1. Généralités
2. Le programme Toyota
3. Autres programmes

1. Généralités

Toyota Motor Corporation est le premier constructeur japonais à avoir dévoilé, dès 2001, ses activités dans le domaine des bus à pile à combustible. Les piles à combustible utilisées sont toutes de type PEMFC, conçues dans les laboratoires de Toyota (voir fiche 9.1.5).

Tous les autres projets de bus à hydrogène sont détaillés dans la fiche 9.2.

2. Le programme bus de Toyota

- En juin 2001, Toyota a présenté son premier prototype de bus à pile à combustible (90 kWe) de type **hybride** (batterie NiMH pour la récupération de l'énergie de freinage). Ce prototype, baptisé **FCHV-BUS1** (Fig. 1), avait une autonomie de 300 km et était alimenté en hydrogène stocké sous pression à 250 bars, dans des réservoirs placés sur le toit. Le système hybride était directement issu de celui équipant les véhicules Toyota Prius.

Une version améliorée **FCHV-BUS2** –transportant 62 passagers- (Fig. 2) a ensuite été construite en collaboration avec la société *Hino Motors Ltd*, en 4 exemplaires (septembre 2002) dont deux ont circulé sur une ligne régulière, entre Tokyo et l'aéroport, d'août 2003 à décembre 2004. La station de remplissage était située près de l'aéroport et était alimentée en hydrogène liquide. Cette version était équipée de deux modules PEMFC de 90 kWe chacun, hybridés avec 4 modules de batteries type NiMH et alimentés à partir d'un stockage d'hydrogène sous 350 bars assurant une autonomie de 350 km. Le schéma de ce bus de 10,5 m est montré Fig. 3. La certification du Ministère des Transports lui permettant de circuler en ville a été obtenue en septembre 2002.

Les développements se sont ensuite poursuivis jusqu'en 2010 dans le cadre de la phase 2 du programme national JHFC (*Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Project*) cofinancé par le NEDO (*New Energy and Industrial Technology Development Organization*) via le METI (*Ministry of Economy, Trade and Industry*). Il a inclus cinq bus à pile à combustible de type FCHV-BUS2 qui ont été testés dans diverses régions.

La phase 3, initialement prévue dans la période 2010-2015, n'a pas été lancée ; néanmoins le programme se poursuit sous le pilotage de l'Association HySUT¹ (*Research Association of Hydrogen Supply/Utilization Technology*), créée en 2009 et cofinancée par le METI.

¹ <http://hysut.or.jp/en/message/index.html>



Figure 1 – Le prototype FCHV-BUS1 (2001)



Figure 2 – Le bus FCHV-BUS2 (2002)



Figure 3 – Schéma du FCHV-BUS2 (2002)

- En août 2003, un troisième bus, du même type, a été livré au *Tokyo Metropolitan Government*. De mars 2005 à septembre 2005, huit bus ont été mis en service régulier à l'occasion de l'EXPO d'Aichi (Fig. 4). Ils ont transporté environ 1 million de visiteurs et parcouru près de 125 000 km. La station service installée à proximité délivrait de l'hydrogène produit par reformage de gaz naturel.



Figure 4 – Les huit bus mis en service à l'EXPO 2005

- En juillet 2006, deux bus ont été mis en service-navette au *Centrair Int. Airport* ; l'un a desservi la ville de Nagoya et l'autre la ligne aéroport Centrair – Chita Handa.

- Suite à une recommandation formulée par l'Association HySUT, qui pilote dorénavant les projets de bus à pile à combustible, deux liaisons avec des FCHV BUS ont été mises en place en décembre 2010: depuis l'aéroport international Tokyo-Haneda vers le Tokyo City Air Terminal d'une part et Shinjuku Station's West Exit, d'autre part.

- Fin octobre 2012, un service de navettes – toujours avec des bus FCHV BUS- a été mis en place entre l'aéroport international Kansai et la ville.

- En janvier 2015, *Toyota Motor Corp.* et *Hino Motors Ltd.* ont annoncé la mise en service d'un nouveau modèle dans *Toyota City* (cf. Fig. 6). La technologie mise en oeuvre est celle qui a été développée pour la Toyota Mirai. Ce bus comporte 8 réservoirs d'hydrogène et est équipé de 2 moteurs électriques alimentés par 2 modules à pile à combustible du type équipant la Mirai (TFCS²). Il est aussi équipé d'une interface permettant l'alimentation électrique (puissance de 9 kWe) de bâtiments externes en cas de secours (voir le projet Vehicle-to-Home un peu plus loin). Ses caractéristiques principales sont données sur la figure 5.

- En octobre 2016, Toyota annonce qu'il est prêt à commercialiser ce type de bus dès le début 2017 et qu'il prévoit d'en construire 100 exemplaires pour les Jeux Olympiques de 2020 à Tokyo.

- En février 2017, Toyota annonce la livraison de deux Toyota FC Bus au *Transportation of the Tokyo Metropolitan Government* qui les met en service, en mars, sur une ligne régulière. Le développement et les tests de démonstration ont été menés dans le cadre du *Next-Generation Energy and Social Systems Demonstration Project* du METI et du *Low Carbon Technology Research and Development Program* du *Ministry of Environment*. Puis sous l'égide du *Program for promoting low carbonization of local transportation* du *Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT)*.

² TFCS: Toyota Fuel Cell System, équipant la Mirai

Main specifications of the Toyota FC Bus

Vehicle	Length / width / height	10,525 / 2,490 / 3,340 mm
	Capacity (seated, standing, and driver)	77 (26+50+1)
FC stack	Name	Toyota FC stack
	Type	Solid polymer electrolyte
	Maximum output	114 kW × 2 units (155 PS × 2 units)
Motor	Type	AC synchronous
	Maximum output	113 kW × 2 units (154 PS × 2 units)
	Maximum torque	335 N·m × 2 (34.2 kgf·m × 2)
High-pressure hydrogen tank	Number of tanks	10
	Nominal working pressure	70 MPa (approx. 700 bar)
	Tank storage density	5.7 wt%
	Tank internal volume	600 liters
Drive battery	Type	Nickel-metal hydride
High-capacity external power supply system	Maximum output	9 kW
	Power supply amount	235 kWh

Figure 5 - Caractéristiques du FC BUS V2H



Figure 6 - Le FC BUS V2H (2015)

- En octobre 2017, Toyota a présenté son concept *Sora*³ (cf. Fig. 7) qu'il souhaite commercialiser en 2018 et qui sera le modèle construit en 100 ex. pour les Jeux de 2020. Ses caractéristiques sont très voisines de celles du FC Bus V2H.

- En mars 2018, Toyota annonce le lancement en production du bus « Sora » qui serait le premier à recevoir, au Japon, une certification officielle.

³ Sora: acronyme pour *Sky, Ocean, River, Air* représentant le cycle de l'eau sur terre.



Figure 7 - Le bus "Sora" (2017)

3. Autres programmes

- Projet Hino Motors

En avril 2009, l'Université de Tokyo et le constructeur *Hino Motors*, ont présenté un minibus à pile à combustible ; son autonomie était voisine de 200 km (Fig. 8).



Figure 8 – Hino Motors - Le prototype de l'Université de Tokyo

- en novembre 2013, Hino Motors a annoncé le développement d'un nouveau bus à pile à combustible, en collaboration avec Toyota, dans le cadre d'un projet du Ministère de l'Environnement (MOE) et qui pourrait être opérationnel en 2016.

- Projet TMC-V2H

A la mi-2012, Toyota avait dévoilé son **projet V2H** (*Vehicle-to-Home*) qui avait pour objet d'utiliser un FCHV BUS comme source d'énergie électrique de secours pour alimenter un bâtiment (cf. Fig. 9), en particulier en cas de catastrophe. Le bus était alors équipé d'un système pouvant délivrer 1,5 kWe

pendant une centaine d'heures. Ce projet, supporté par le METI, a été testé au cours des années 2013 et 2014.

A l'occasion de la présentation en 2016 du FC Bus, Toyota a annoncé qu'il était équipé de ce système, mais avec une puissance disponible supérieure (9 kWe).

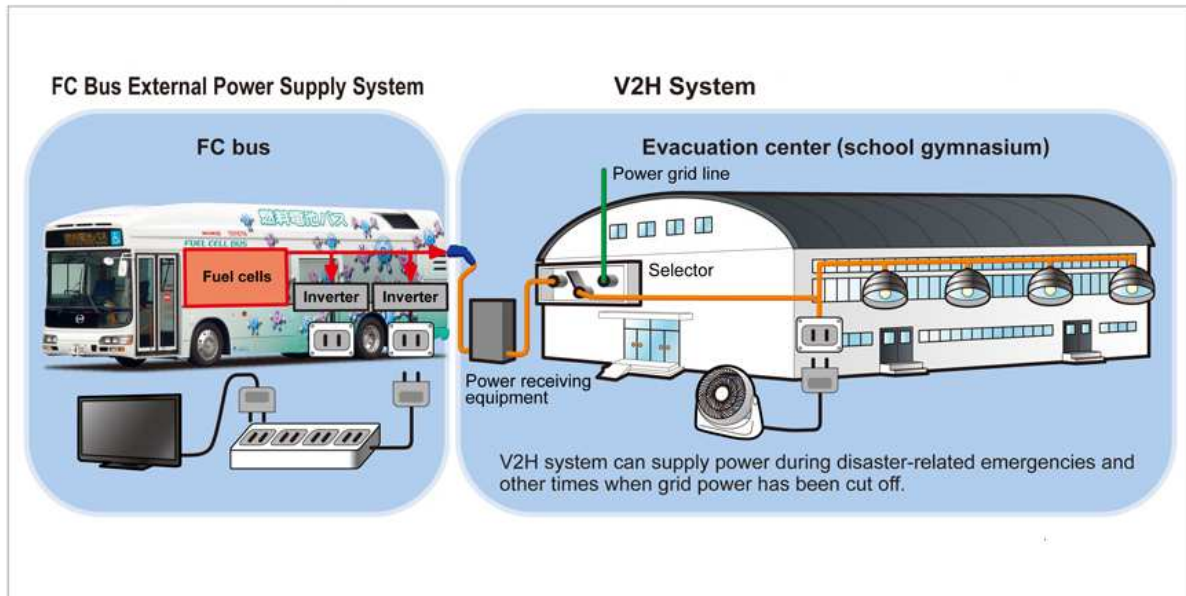


Figure 9 – Le système V2H développé par TMC (Toyota Motor Corp.)