

**VEHICULES PROPRES
AU SALON DE GENEVE 2010 :
BILAN ET COMPARATIF
DES VOITURES HYBRIDES ET ELECTRIQUES**



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**Ambassade de France en Suisse
Service de coopération et d'action culturelle**

Rédaction

Gaël Robert

Chargé de mission scientifique et universitaire

gael.robert@diplomatie.gouv.fr

Révision

Dominique Pladys

Attaché de coopération scientifique et universitaire

dominique.pladys@diplomatie.gouv.fr

avril 2010



Ambassade de France en Suisse

Schosshaldenstrasse 46
3006 Berne
SUISSE

<http://www.ambafrance-ch.org/>

Ce rapport est disponible sous format électronique sur le site de l'ADIT

<http://www.bulletins-electroniques.com/rapports/pays/suisse.php>

INTRODUCTION.....	1
I. VOITURES HYBRIDES.....	2
A. PRESENTATION DES VOITURES HYBRIDES CLASSIQUES	2
1. Constructeurs japonais	2
2. Constructeurs allemands	3
3. Constructeurs français.....	4
4. Autres constructeurs.....	5
B. PRESENTATION DES VOITURES HYBRIDES PLUG-IN	6
1. Constructeurs allemands	6
2. Constructeurs japonais	7
3. Constructeurs français.....	8
C. TABLEAU COMPARATIF DES VOITURES HYBRIDES.....	9
II. VOITURES ELECTRIQUES.....	12
A. PRESENTATION DES VOITURES ELECTRIQUES A BATTERIES	12
1. Constructeurs français.....	12
2. Constructeurs allemands	14
3. Constructeurs japonais	15
4. Véhicules suisses	16
5. Autres constructeurs.....	19
B. PRESENTATION DES VOITURES ELECTRIQUES A PILE A COMBUSTIBLE	19
C. TABLEAUX COMPARATIFS DES VOITURES ELECTRIQUES.....	21
1. Voitures électriques à batteries	21
2. Voitures électriques à pile à combustible	23
CONCLUSION	24

Illustration de couverture : Trois modèles propres exposés au Salon de Genève 2010 : Peugeot Concept SR1 – Citroën Revolte – Renault Fluence Z.E. (crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)

INTRODUCTION

Dans le cadre d'un secteur se relevant tout juste de la crise et de la lutte contre le réchauffement climatique, les grands constructeurs tentent de se relancer par l'innovation en s'orientant sur le segment des véhicules "propres" aux modes de propulsion alternatifs.

Dans le sillage laissé par le succès de Toyota avec sa célèbre Prius, d'autres grands constructeurs se sont engagés sur le chemin de l'hybridation, et plusieurs de ces véhicules sont aujourd'hui disponibles sur le marché. Des véhicules électriques, n'émettant aucun gaz à effet de serre, sont aussi développés et devraient être commercialisés dans le courant de cette année 2010.

Confirmant ces tendances écologiques, ce ne sont pas moins de 91 véhicules propres, hybrides et électriques, qui étaient présentés lors de la 80^{ème} édition du Salon international de l'automobile de Genève, qui s'est tenu du 4 au 14 mars dernier. Certains de ces modèles étaient regroupés sous le hall 3 du Salon, rebaptisé pour l'occasion "Pavillon vert".

Le présent rapport dresse un panorama complet de l'ensemble de ces voitures vertes. Les listes des 48 modèles hybrides (30 hybrides classiques et 18 hybrides plug-in) et des 43 véhicules électriques (37 à batteries et 6 à pile à combustible), avec l'ensemble de leurs caractéristiques disponibles (dont la puissance du ou des moteurs, l'autonomie, la vitesse, le temps de charge, le prix), sont dressées. A la lumière de ces tableaux, le bilan effectué met en lumière les politiques distinctes des grands constructeurs des différents pays.

I. VOITURES HYBRIDES

Derrière les pionniers japonais Toyota et Honda, et soutenu par un marché européen des véhicules hybrides en plein essor, le mode de propulsion hybride, associant deux moteurs, l'un électrique et l'autre thermique, est parmi les modes de propulsion alternative celui qui était le plus représenté sur le Salon. 48 modèles de ce type étaient présentés au Salon de Genève 2010. Les coûts de production moins élevés que ceux des véhicules électriques, les connaissances approfondies des technologies impliquées expliquent aisément cette tendance.

L'appellation de "véhicules hybrides" regroupe deux types de véhicules aux technologies très distinctes, et dont les marchés le sont tout autant : les véhicules hybrides électriques "classiques" et véhicules électriques hybrides "plug-in".

A. PRESENTATION DES VOITURES HYBRIDES CLASSIQUES

Les véhicules hybrides dits "classiques" sont dotés d'un moteur thermique de puissance élevée (de l'ordre de 100 kW), le moteur électrique, d'une puissance réduite (de l'ordre de la dizaine de kW), fournissant un simple appui au mode de propulsion principal, notamment dans les phases de circulation à faible vitesse. Les batteries de ces véhicules sont rechargées automatiquement par le moteur thermique. 30 modèles hybrides électriques "classiques" étaient exposés par les constructeurs sur le Salon.

1. Constructeurs japonais

Derrière ses fleurons Toyota et Honda, le Japon, avec 11 modèles, était le pays qui exposait le plus grand nombre de véhicules hybrides classiques. Toyota y présentait la dernière version de sa célèbre Prius, dont les émissions sont réduites à 89 g/km, ainsi qu'en première mondiale la version hybride de l'Auris, dont les caractéristiques sont quasi-identiques à celles de la dernière Prius : 2 km d'autonomie électrique, 180 km/h de vitesse de pointe, consommation de 3,8 litres aux 100 km, et émissions de CO₂ de 89 g/km. Le prix de l'Auris HSD est cependant bien plus réduit que celui de son aînée (19 900 euros contre 27 000 euros).

La marque de luxe de Toyota, Lexus, exposait, en plus de ses modèles de berlines hybrides déjà commercialisés sur le marché (GS 450h, RX 450 h et 600h L), la CT 200h en première mondiale. Avec ce véhicule, Lexus se positionne pour la première fois sur le segment des compactes hybrides.

Du côté de Honda, trois véhicules hybrides classiques, déjà exposés sur de précédents salons automobiles, étaient présentés : l'Insight Hybrid, la CR-Z Hybrid, et la Civic Dsi.

Parmi les autres constructeurs japonais, Infiniti, la marque de luxe de Nissan, présentait en première mondiale la M35 Hybrid, son premier véhicule sur ce segment, qui devrait venir concurrencer les berlines de Lexus. En dehors de ses dimensions, comparables à celles de la GS 450h de Lexus, peu d'informations étaient disponibles sur ce véhicule.



**Figure 1 : Toyota Auris HSD – Lexus CT 200h – Infiniti M35 Hybrid
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)**

2. Constructeurs allemands

Avec 8 modèles, l'Allemagne était le deuxième pays le plus représenté sur le segment des véhicules hybrides classiques. Volkswagen, Audi, BMW, Mercedes, et même Porsche : tous les constructeurs allemands se positionnent.

Les modèles ActiveHybrid des séries 6 et 7 de BMW, aux émissions supérieures à 180 g/km et aux prix culminants à plus de 100 000 euros, étaient exposés pour la première fois en Suisse. En première mondiale, BMW dévoilait la version hybride de la Série 5, le Concept 5 Series ActiveHybrid. Dotée d'un moteur électrique d'une puissance élevée (40 kW) pour un véhicule hybride classique, la consommation de cette version hybride est de 10 % inférieure à celle de la version thermique, et ses émissions sont limitées à 179 g CO₂/km.

Mercedes présentait son concept F800 Style, déclinable en version hybride ou à pile à combustible. La première dispose d'un moteur thermique de 220 kW couplé à un moteur électrique de 80 kW. Ses performances annoncées sont remarquables : 0 à 100 km/h en 4,7 s, vitesse maximum de 249 km/h, consommation réduite de 2,9 l/100 km, émissions faibles de 68 g CO₂/km, autonomie en mode 100% électrique de 30 km.

Porsche est, parmi les fabricants germaniques, celui qui aura marqué le Salon le plus profondément de son empreinte. La Cayenne S Hybrid, dévoilée en première mondiale, ne consomme que 8,2 litres aux 100 km. Propulsée par un moteur thermique de 285 kW suppléé par un moteur électrique de 34 kW, elle peut passer de 0 à 100 km/h en moins de 7 secondes. Ses émissions de CO₂ sont aussi remarquablement réduites pour un SUV (193 g/km). Porsche exposait aussi en première mondiale la version hybride de sa voiture de course GT3 R.



**Figure 2 : Mercedes F800 Style – BMW Concept 5 Series ActiveHybrid
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)
Porsche Cayenne S Hybrid
(crédits : David Villarreal Fernández)**

3. Constructeurs français

Quant aux constructeurs français, ils arrivent, grâce à PSA, en troisième position des pays les plus présents sur ce segment avec cinq modèles présentés. Sur le stand de Peugeot, le concept SR1, à l'allure et aux performances remarquables (250 km/h de vitesse de pointe, 0 à 100 en 4,7 s pour une autonomie de 12,5 km en mode électrique et des émissions de 119 g/km), était particulièrement mis en valeur. Peugeot présentait également des versions hybrides de la 3008 et de la RCZ, ainsi que le concept 5by Peugeot, préfigurant la prochaine 508. Ces trois modèles, basés sur la technologie Hybrid4, abaissent leurs émissions en dessous de la barre symbolique des 100 g de CO₂ au km, pour des consommations inférieures à 4 litres aux 100 km.

Citroën exposait un seul modèle hybride classique, le diesel DS3 hybride.



Figure 3 : Modèles hybrides de Peugeot : RCZ Hybrid – 3008 Hybrid – SR1 Concept
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)

4. Autres constructeurs

Parmi les grands constructeurs d'autres pays, Ferrari a marqué le Salon avec sa première incursion sur ce segment, la version hybride de sa récente 599, parée à cette occasion d'une robe verte. Propulsée par un moteur thermique de 450 kW suppléé par un moteur électrique de 80 kW, les performances de la 599 Hy-Kers (pour hybride à système de récupération d'énergie cinétique) sont parmi les plus remarquables pour ces modèles : 330 km/h de vitesse de pointe, accélération de 0 à 100 km/h en 3,2 s. Les émissions de CO₂ sont diminuées de 35 % par rapport à la version thermique, à 250 g CO₂/km.



Figure 4 : Ferrari 599 Hy-Kers
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)

B. PRESENTATION DES VOITURES HYBRIDES PLUG-IN

Le moteur principal des véhicules hybrides plug-in (rechargeables) est le moteur électrique, d'une puissance de l'ordre de 100 kW. Le moteur thermique, d'une puissance de quelques dizaines de kW, sert à étendre l'autonomie du véhicule en rechargeant partiellement la batterie. Les batteries de ces véhicules, d'une capacité importante (plus de 5 kWh) doivent être rechargées sur secteur ou sur borne (d'où la dénomination de "plug-in").

Peu présents aujourd'hui sur le marché, 18 modèles électriques hybrides "plug-in" étaient exposés par les différents constructeurs. Chaque modèle plug-in était présenté sur son stand avec une jonction à une prise : la recharge reste la question majeure posée par ces véhicules. Les temps de charge sont en moyenne de 3 heures sur du 220 V ; certains modèles exposés étaient reliés à des bornes de recharge rapides. Ce sont à nouveau les constructeurs allemands et nippons qui étaient les plus représentés sur ce segment.

1. Constructeurs allemands

Chez Opel, deux modèles plug-in, l'Ampera et la Flextrex GT/E (première mondiale), étaient exposés. Leurs émissions et consommations annoncées sont particulièrement réduites : 40 g CO₂/km et 1,9 litre aux 100 km seulement, la Flextrex se distinguant de son aînée par une vitesse de pointe supérieure de 200 km/h contre 160 km/h.

Audi présentait la version plug-in de sa toute nouvelle A1, l'e-tron. Sa consommation de moins de 2 litres aux 100 km et ses émissions de 45 g CO₂/km sont parmi les meilleures des véhicules plug-in. Ses performances sont relativement modestes : 50 km d'autonomie en mode tout électrique, 200 km en mode hybride, vitesse maximale de 130 km/h.

Mais c'est une fois de plus, parmi les constructeurs allemands, Porsche qui a marqué les esprits, avec sa 918 Spyder. Basée sur une structure légère en fibre de carbone, magnésium et aluminium, propulsée par un moteur thermique de 500 chevaux associés à deux moteurs électriques (un à l'avant et l'autre à l'arrière) de 109 chevaux chacun, pour une puissance extravagante de 718 chevaux, les performances de la 918 Spyder sont époustouflantes : 320 km/h de vitesse de pointe, 0 à 100 km/h en 3,2 s, pour une autonomie électrique de 25 km et des émissions réduites de 70 g CO₂/km.



Figure 5 : Opel Flextrema GT/E (crédits : El monty)
Audi A1 e-tron (crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)
Porsche 918 Spyder (crédits : David Villarreal Fernández)

2. Constructeurs japonais

Chez les constructeurs japonais, pionniers du domaine des véhicules à propulsion alternative, trois modèles plug-in étaient présentés.

Comme lors du dernier Tokyo Motor Show, la version plug-in de la Prius, dotée d'une batterie lithium-ion de 5kWh, était exposée par son constructeur Toyota. L'autonomie électrique de cette version est étendue à 20 km. En mode hybride, ses émissions moyennes sont de 59 g CO₂/km.

Mitsubishi présentait le concept PX-Miev. Disposant de deux moteurs électriques de 60 kW chacun sur les essieux avant et arrière et stockant son énergie dans une batterie lithium-ion de 10 kWh, le PX-Miev peut parcourir jusqu'à 50 km en mode tout électrique.

Suzuki exposait de son côté la version plug-in de sa citadine Swift. Son moteur électrique principal de 55 kW est suppléé par un moteur thermique de 40 kW, et son autonomie 100 % électrique est de 20 km.



**Figure 6 : Suzuki Swift plug-in – Mitsubishi PX-Miev
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)**

3. Constructeurs français

Les constructeurs français semblent ne pas vouloir, pour l'instant, s'orienter vers les véhicules hybrides plug-in. Seul Citroën présentait sa Revolte, au design inspiré de la 2 CV ; il s'agit cependant d'un concept-car, qui est donc encore susceptible d'évoluer amplement.



**Figure 7 : Citroën Revolte
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)**

C. TABLEAU COMPARATIF DES VOITURES HYBRIDES

Le tableau suivant liste les principales caractéristiques de tous les modèles hybrides exposés au Salon de Genève 2010, sans exception.

Détails des abréviations des caractéristiques :

- Puiss. mot. therm. : puissance du moteur thermique
- Puiss. mot. élec. : puissance du moteur électrique
- Dim. : dimensions (L = longueur, l = largeur, h = hauteur)
- Aut. tot. : autonomie totale du véhicule
- Aut. élec. : autonomie en mode 100% électrique
- Accé. : accélération
- Vit. max : vitesse de pointe
- Cons. : consommation de carburant (l aux 100 km)
- CO₂ : émissions de CO₂

Les indications de prix doivent être considérées avec prudence pour les modèles dont l'introduction sur le marché n'a pas encore été effectuée.

En vert sont indiquées les premières mondiales, en bleu les premières européennes et en rouge les premières suisses (les auteurs de ce rapport ne garantissent pas ces qualifications).

Constructeur	Véhicule	Pays	Puiss. mot. therm. (kW)	Puiss. mot. élec. (kW)	Batteries	Plug-in	Re-charge	Dim. (m) L-l-h	Poids (kg)	Aut. tot. (km)	Aut. élec. (km)	Accé. 0-100 km/h (s)	Vit. max (km/h)	Cons. l aux 100 km	CO ₂ (g/km)	Prix (euros)
Citroën	DS High Rider Hybrid	FR				Non		4,3-1,8-1,5								
Citroën	Revolte	FR				Oui										
Peugeot	SR 1	FR	160	70	Li-ion	Non		4,8-1,9-1,2	1525		12,5	4,7	250	4,9	119	
Peugeot	RCZ Hybrid	FR	120	27	Li-ion	Non		4,3-1,8-1,4				8,5	215	3,7	95	25 000
Peugeot	3008 Hybrid	FR	120	27	Li-ion	Non		4,4-1,8-1,6				8,8	209	3,8	99	35 000
Peugeot	5 by Peugeot	FR	120	27	Li-ion	Non		4,9-1,4-1,9	1420					3,8	99	
Audi	A1 e-tron	DE	15	75	Li-ion 12 kWh	Oui	3h (380 V)	3,9-1,8-1,4	1340	200	50	10,2	130	1,9	45	16 000
Audi	A8 Hybrid	DE	155	33	Li-ion 1,3 kWh	Non		5,1-1,9-1,4	1885		2	7,6	235	6,2	144	90 000
BMW	Concept 5 Series Active Hybrid	DE	225	40	Li-ion	Non		4,9-1,8-1,5						7,6	179	
BMW	Active Hybrid X6	DE	300	67	NiMH	Non		4,9-2-1,7	2525		2,5	5,6	236	9,9	231	107 500
BMW	Active Hybrid 7	DE	300	15	Li-ion	Non		5,1-1,9-1,5	2145			4,9	250	9,4	219	115 000

Constructeur	Véhicule	Pays	Puiss. mot. therm. (kW)	Puiss. mot. élec. (kW)	Batteries	Plug-in	Re-charge	Dim. (m) L-l-h	Poids (kg)	Aut. tot. (km)	Aut. élec. (km)	Accé. 0-100 km/h (s)	Vit. max (km/h)	Cons. l aux 100 km	CO ₂ (g/km)	Prix (euros)
Mercedes	S400 Hybrid	DE	205	15	Li-ion	Non		5,1-1,9-1,5	1955	1139		7,2	250	7,9	186	112 000
Mercedes	F800 Style Hybrid	DE	220	80	Li-ion 10 kWh	Oui		4,7-1,9-1,5		700	30	4,8	120 (élec)	2,9	68	
Opel	Ampera	DE	53	111	Li-ion 16 kWh	Oui	3h (220 V)	4,4-1,8-1,4		500	60	9	160	1,6	40	28 000
Opel	Flextreme GT/E	DE	53	120	Li-ion 16 kWh	Oui	3h (220 V)	4,7-1,9-1,3		500	60	9	200	1,6	40	
Porsche	Cayenne S Hybrid	DE	285	34	NiMH	Non		4,8-1,9-1,7	2025		2	6,8	250	8,2	193	80 100
Porsche	911 GT3 R Hybrid	DE	350	2*60	Volant d'inertie	Non		4,4-1,8-1,3	1375							
Porsche	918 Spyder	DE	370	2*79	Li-ion	Oui			1490		25	3,2	320	3	70	
Volkswagen	Touareg Hybrid	DE	245	34,3	NiMH	Non		4,8-1,9-1,7	2098			6,5	230	8,2	193	75 000
Lotus	Evora 414 E Hybrid	UK	35	2*152	Li-ion-polym 17 kWh	Oui		4,3-1,8-1,2		500	56	<4				
Toyota	Auris HSD	JP	100	60	NiMH	Non		4,2-1,8-1,5	1380		2	11,4	180	3,8	89	19 900
Toyota	Prius HSD Linea Luna	JP	73	27	NiMH	Non		4,4-1,7-1,5	1805	1050	2	10,4	180	3,9	89	27 000
Toyota	Plug-in Hybrid	JP	73	60	Li-ion 5,2 kWh	Oui	1h40 (220 V)	4,4-1,7-1,5	1490		20		100 (élec)	2,6	59	
Lexus	GS 450h	JP	218	147	NiMH	Non		4,9-1,8-1,4	1935	850		5,9	240	7,6	180	72 500
Lexus	RX 450 h	JP	183	123+50	NiMH	Non		4,8-1,9-1,7	2190	1000		7,8	200	6,3	148	58 000
Lexus	LS 600h L	JP	290	165	NiMH	Non		5,1-1,9-1,5	2365	900		6,3	250	9,3	219	118 000
Lexus	CT 200h	JP	73	27	NiMH	Non		4,3-1,8-1,4			2					
Honda	Insight Hybrid	JP	65	10	NiMH	Non		4,4-1,7-1,4	1276	870		12,4	182	4,4	101	20 000
Honda	CR-Z Hybrid	JP	91	10	NiMH	Non		4,1-1,7-1,4	1270			9,9	200	5	117	20 000
Honda	Civic Dsi	JP	70	15	NiMH	Non		4,6-1,8-1,4	1368	1090		12,1	185	4,6	109	21 500

Constructeur	Véhicule	Pays	Puiss. mot. therm. (kW)	Puiss. mot. élec. (kW)	Batteries	Plug-in	Re-charge	Dim. (m) L-I-h	Poids (kg)	Aut. tot. (km)	Aut. élec. (km)	Accé. 0-100 km/h (s)	Vit. max (km/h)	Cons. l aux 100 km	CO ₂ (g/km)	Prix (euros)	
Mitsubishi	PX-Miev	JP	85	2*60	Li-ion 10 kWh	Oui	7h (220 V) 30 min 80 % (station)	4,5-1,8-1,7			50		130	2			
Suzuki	Swift Plug-in	JP	40	55	Li-ion 2,66 kWh	Oui		3,8-1,7-1,5	1050		20		100	<2			
Infiniti	M 35 Hybrid	JP		50	Li-ion 1,3 kWh	Non		4,9-1,8-1,5	1768								
Subaru	Hybrid Tourer	JP		20+10	Li-ion	Non		4,6-1,9-1,4									
Cadillac	Escalade Hybrid	USA	300	37	NiMH	Non		5,1-2-1,9	2779			8,4	160				54 000
Fisker Automotive	Karma	USA	200	2*150	Li-ion	Oui		5-2-1,3		483	80	6	201	2,4	83		78 780
Kia	Forte hybrid LPI	CdS	85	20	Li-polym	Non		4,5-1,8-1,5							5,3 (GPL)	94	
Kia	Sorento diesel hybrid	CdS	120	40	Li-polym	Non		4,7-1,9-1,7								119	
Kia	cee'd hybrid	CdS	92	15	Li-polym	Non		4,2-1,8-1,5				11,8	185	4,8	96		
Kia	Ray	CdS	84	78	Li-polym	Oui	Cellules PV	4,4-1,9-1,4		1200	80		175	1,4			
Hyundai	iFlow HED-7	CdS			Li-polym	Oui	Cellules PV	4,8-1,9-1,4							3	85	
Byd	F3DM	CH	50	50+25	Li-ion	Oui	9h (220 V)	4,5-1,7-1,5	1560	500	100	10,5	150				
Ferrari	599 Hy-Kers	IT	450	80	Li-ion	Non		4,7-1,2-1,3	1730			3,2	330		250		500 000
Giugiaro	Quaranta	IT	155	45	NiMH	Non	Cellules PV	4,4-1,6-1,2	1400	1000		4,05	200	7,1	180		
Giugiaro Frazer Nash	Namir	IT UK	Total 270 kW		Li-ion	Oui		4,6-2-1,2	1450	2000		3,5	300	2,56	60		
Proton Italdesign Giugiaro	Emas	MY IT	38	75	Li-ion 11,5 kWh	Oui	3h (240 V)	3,6-1,6-1,7			50	14	170				
Proton Italdesign Giugiaro	Emas 3	MY IT	38	75	Li-ion 11,5 kWh	Oui	3h (240 V)	3-1,6-1,7			50	14	170				
Proton Italdesign Giugiaro	Emas Country	MY IT	38	75	Li-ion 11,5 kWh	Oui	3h (240 V)	3-1,6-1,7			50	14	170				

II. VOITURES ELECTRIQUES

Bien que moins présents sur le Salon que les véhicules hybrides, 37 véhicules électriques à batteries y étaient exposés.

A. PRESENTATION DES VOITURES ELECTRIQUES A BATTERIES

Conçus par des constructeurs renommés ou des fabricants de niches, la quasi-totalité de ces véhicules est basée sur des batteries au lithium, d'une capacité s'élevant au moins à 10 kWh, et dont le coût est élevé. A quelques exceptions près, les autonomies sont comprises entre 120 km et 160 km ; les temps de recharge sur secteur sont de 8 heures, et les vitesses maximales sont comprises entre 100 km/h et 150 km/h. Autonomie, recharge, et enfin prix : tels sont les trois défis principaux qui se posent au déploiement d'un parc de véhicules électriques.

1. Constructeurs français

La France est le pays qui exposait sur le Salon le plus d'initiatives, avec un total de 10 modèles. Renault, qui effectue le pari de l'électrique (aucun véhicule hybride), présentait trois véhicules "zéro émission" (Z.E.) bien distincts. La version 100 % électrique de sa berline Fluence trônait au milieu du stand, avec de bonnes performances pour un véhicule électrique (160 km d'autonomie, 130 km/h de vitesse de pointe). Le concept Zoé, particulièrement novateur, possède des performances similaires à la Fluence Z.E. et dispose en plus, sur son toit, de cellules photovoltaïques permettant de faire fonctionner une partie de l'électronique du véhicule et de recharger légèrement la batterie. Le dernier véhicule électrique proposé par Renault était le concept Twizzy, véhicule urbain léger rechargeable en 3h30 sur secteur. Au-delà des véhicules, Renault était le constructeur insistant le plus sur la question de la recharge des véhicules. Trois voies étaient présentées : la charge lente sur secteur (8h environ), la charge rapide sur bornes (20 minutes environ), et enfin un système d'échanges de batteries pouvant être réalisé en 3 minutes seulement.



**Figure 8 : Les trois concepts Z.E. de Renault sur le Salon : Zoé, Twizty et Fluence
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)**

Peugeot et Citroën exposaient chacun 2 véhicules électriques. Les deux constructeurs proposaient, suite à l'accord passé par PSA avec Mitsubishi, leur version personnalisée de la iMiev du constructeur japonais : la iOn pour Peugeot et la C-Zéro pour Citroën, des véhicules aux caractéristiques identiques. Le concept Survolt de Citroën laisse entrevoir une future électrique sportive, mais aucune donnée n'était disponible. De son côté, Peugeot présentait la BB1, une citadine légère aux performances modestes (120 km d'autonomie, vitesse maximale de 90 km/h).



**Figure 9 : Les 2 versions de la iMiev par PSA : Citroën C-Zéro – Peugeot iOn
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)**



Figure 10 : Citroën Survolt – Peugeot BB1
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)

En dehors de ces trois grands constructeurs, trois entreprises françaises exposaient leur véhicule électrique. Heuliez présentait la dernière version de la Friendly, au design évolué et désormais rebaptisée Mia. Avec 230 km, l'autonomie de cette citadine s'avère remarquable, pour un temps de charge réduit à 2h seulement sur secteur. La BlueCar de Bolloré, construite en partenariat avec Pininfarina, était également exposée, comme l'année précédente. La BlueCar reste l'un des véhicules électriques les plus autonomes (250 km). Enfin, Lumeneo présentait sa citadine 2 places Smera, à l'allure proche des scooters trois-roues d'aujourd'hui.



Figure 11 : Heuliez Mia – Pininfarina Bolloré BlueCar
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)

2. Constructeurs allemands

BMW proposait en première européenne le concept le plus innovant des marques allemandes, l'Active E, une berline, qui, entraînée par un moteur de 125 kW et équipée d'une batterie lithium-ion de 32 kWh, possède de bonnes performances pour une électrique : 200 km d'autonomie et 145 km/h de pointe.

Avec la Smart électrique, Mercedes est le seul constructeur allemand ayant exposé une citadine électrique (la Mini-E de BMW, bien qu'annoncée, n'était pas visible). Sur un segment similaire, la Smart electric drive possède des performances légèrement plus modestes que la

iMiev de Mitsubishi : autonomie de 100 km (batteries lithium-ion de 14 kWh), vitesse maximale de 100 km/h et accélération de 0 à 60 km/h en 6,5 s (moteur électrique de 30 kW).

L'entreprise Ruf, basée à Pfaffenhausen, exposait dans le Pavillon vert sa version électrique de la Porsche 911, la Greenster. D'une autonomie de 250 km (batteries lithium-ion) et propulsée par un moteur électrique d'une puissance élevée (270 kW), la Greenster accélère de 0 à 100 km/h en 5 s et peut rouler jusqu'à 250 km/h, performances remarquables pour une voiture électrique.



**Figure 12 : Smart electric drive – Ruf Greenster
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)**

3. Constructeurs japonais

Chez les constructeurs nippons, l'orientation sur le segment de véhicules électriques porte majoritairement sur les citadines.

Mitsubishi exposait sa célèbre iMiev, qui devrait être prochainement commercialisée, à un prix avoisinant les 30 000 euros. Son autonomie, obtenue grâce à des batteries lithium-ion de 16 kWh rechargeable sur secteur en 6h, est de 130 km.

Propulsée par un moteur de 80 kW, la dernière version de la Leaf de Nissan peut rouler jusqu'à 140 km/h. L'autonomie que lui permettent ses batteries lithium-ion de 24 kWh est de 160 km.

Le concept FT-EV II du pionnier Toyota, rechargeable en 2h30 seulement sur secteur, possède une autonomie réduite de 90 km, et une vitesse maximale de 100 km/h (45 kW de puissance pour le moteur électrique).

Avec son EV-N au design résolument rétro, Honda se place aussi sur le segment des citadines électriques. En outre, le toit de l'EV-N est recouvert de cellules photovoltaïques CIGS (cuivre, indium, gallium, sélénium) d'un rendement de 11 %. Le temps de recharge du véhicule, d'une autonomie de 90 km, n'est cependant pas annoncé.

La Stella plug-in de Subaru est une autre citadine électrique nipponne, dont la batterie lithium-ion de 9,2 kWh ne lui permet de parcourir que 80 km sans recharge. Tout comme la FT-EV II de Toyota et l'EV-N de Honda, la vitesse maximale annoncée est de 100 km/h.



**Figure 13 : Toyota FT-EV II – Subaru Stella plug-in
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)**

4. Véhicules suisses

Comme exposé dans un rapport de l’Ambassade de France en Suisse sur l’automobile en Suisse, portant sur l’industrie, le cadre politique et les recherches pour un véhicule durable dans le domaine de la Confédération, publié récemment sur [bulletins-electroniques.com \(http://www.bulletins-electroniques.com/rapports/smm10_005.htm\)](http://www.bulletins-electroniques.com/rapports/smm10_005.htm), la Suisse ne dispose pas de grands constructeurs automobiles. Cependant, de nombreuses PME helvétiques se sont lancées dans l’aventure du véhicule durable de demain. Quelques-uns de ces véhicules propres étaient présentés au dernier Salon de Genève.

L’entreprise Protoscar y dévoilait la nouvelle version de son bolide électrique, la Lampo². Sensiblement plus légère que son aînée (1580 kg contre 1650 kg) et munie comme elle de batteries lithium-ion de 32 kWh, les caractéristiques affichées de la Lampo², propulsée par deux moteurs électriques de 150 kW de puissance chacun, sont remarquables pour un véhicule électrique : autonomie de 200 km, vitesse maximale de 200 km/h, accélération de 0 à 100 km/h en 5 secondes à peine. La Lampo² était reliée sur son stand à une borne de charge rapide, permettant de charger la batterie à 50 % de sa capacité 10 minutes.



**Figure 14 : Protoscar Lampo²
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)**

Etait également présente la GreenGT, prototype particulièrement innovant au sein des véhicules électriques possédant des performances exceptionnelles : vitesse maximale de 275 km/h, accélération de 0 à 100 km/h en moins de 5 secondes. Pour aboutir à de telles

performances, le projet valorise de nombreuses technologies innovantes. Le châssis est fabriqué en composite carbone et la carrosserie en composite de fibre de verre, permettant ainsi d'obtenir une structure très légère pour un tel bolide : la GreenGT ne pèse que 940 kg. Le véhicule dispose de deux moteurs électriques puissants triphasés synchrones de 100 kW chacun, développant ainsi une puissance comprise entre 350 et 400 chevaux. Les batteries lithium-ion (250 kg au total), issues de la société suisse Leclanché, sont rechargées via une station photovoltaïque externe (100 m² de panneaux solaires), ce qui garantit une durabilité totale de la recharge énergétique du véhicule. Seule l'autonomie est réduite pour ce véhicule : 45 minutes.



Figure 15 : GreenGT
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)

Basée sur la célèbre Fiat 500, la UC? de Rinspeed en est une version raccourcie (2,59 m de longueur) pesant moins d'une tonne. Avec des batteries lithium-ion de 12 kWh, l'autonomie annoncée pour la voiture est de 105 km à une vitesse moyenne de 75 km/h. Son moteur électrique de 30 kW de puissance maximale peut la propulser jusqu'à une vitesse maximale de 120 km/h et lui permet d'accélérer de 0 à 500 km/h en 4,1 secondes.



Figure 16 : Rinspeed UC?
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)

Une autre entreprise helvétique, Kamoo, présentait un modèle basé lui aussi sur la célèbre citadine de Fiat, la 500 Elektra. Ce modèle se distingue par ses batteries, qui en sont pas des lithium-ion comme pour la plupart des véhicules électriques, mais des batteries NaCl/Ni (batteries Zebra fabriquées par l'entreprise suisse MES-DEA). D'une capacité de 19,2 kWh, elles permettent de rouler avec la 500 Elektra pendant 120 km sans recharge. Avec son moteur

de 30 kW de puissance, la 500 Elektra accélère de 0 à 50 km/h en 6 secondes et peut rouler jusqu'à 110 km/h.



Figure 17 : Kamoo Elektra
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)

Ivolt, distributeur exclusif en Suisse de la Tazzari Zero, exposait la petite italienne, au poids plume de 540 kg et au moteur à la puissance modeste de 15 kW. D'une autonomie de 140 km et d'une vitesse maximale de 100 km/h, le véhicule devrait aussi coûter 24 000 euros environ.



Figure 18 : ivolt Tazzari Zero
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)

Auparavant associée au suédois Koenigsegg, l'entreprise NLV, spécialiste des panneaux photovoltaïques, dévoilait la dernière version de la Quant. Ce bolide futuriste est propulsé par quatre moteurs électriques, de 150 kW chacun, soit une puissance totale de 600 kW. Les performances annoncées sont les plus exceptionnelles au monde pour un véhicule électrique : 0 à 100 km/h en 2,8 secondes, vitesse maximale de 377 km/h, autonomie de 500 km. Ces caractéristiques restent néanmoins à prouver. Le toit et la carrosserie sont recouverts de cellules photovoltaïques à base de pyrite permettant de recharger les batteries (métal-air et à flux rédox) du véhicule.

Enfin, le fabricant de batteries Texx présentait sa version électrique de la Fiat Panda. Les batteries du véhicule, de type lithium-fer-manganèse, lui procurent une autonomie de 230 km. 4 heures sont nécessaires pour recharger ces batteries sur du 220V à 16 A, tandis que sur borne spécifique, ce temps est réduit à 50 minutes (pour une charge à 80 %).



Figure 19 : Panda Texx
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)

5. Autres constructeurs

Parmi les autres constructeurs, le chinois Byd présentait sa e6, à l'autonomie absolument remarquable de 300 km, grâce à des batteries lithium-ion de 72 kWh. Le temps de recharge n'était cependant pas indiqué. Disposant de deux moteurs électriques, la e6 peut rouler jusqu'à 140 km/h.

L'indien Tata exposait deux véhicules électriques, la nano EV et la Vista EV. La nano est une citadine, dotée d'un moteur de 40 kW et d'une batterie lithium-ion de 12kWh, disposant d'une autonomie de 150 km ; la Vista est dotée d'un moteur plus puissant (55 kW) et d'une batterie de capacité plus élevée (26, 5 kWh), étendant son autonomie à 217 km.



Figure 20 : Byd e6 – Tata nano EV
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)

B. PRESENTATION DES VOITURES ELECTRIQUES A PILE A COMBUSTIBLE

Le mode de génération d'énergie par pile à combustible, s'il permet de disposer d'une autonomie plus étendue que les véhicules électriques à batterie, reste un segment peu exploré par les constructeurs. Les questions de la production et du stockage de l'hydrogène sous pression, ainsi que les technologies des piles à combustible expliquent ces prudences.

6 modèles étaient néanmoins présentés.

Honda exposait sa FCX Clarity. Stockant près de 4 kg d'hydrogène sous 350 bars, et propulsée par un moteur de 100 kW, son autonomie s'élève à 460 km, et sa vitesse maximale est de 160 km/h.

La Mazda 5 en version pile à combustible était également exposée. L'autonomie de cette version, propulsée par un moteur de 110 kW et stockant de l'hydrogène sous 350 bars, est de 200 km.

Le concept le plus innovant, présenté en première mondiale, était issu de Mercedes : la F800 Style en version "pile à combustible" revendique une autonomie de 600 km, grâce à sa réserve de 5,2 kg d'hydrogène stockés sous une pression de 700 bars. Sa vitesse maximale est en outre annoncée à 180 km/h.



**Figure 21 : Honda FCX Clarity – Mazda 5 Hydrogen RE Hybrid
(crédits : Gaël Robert – Ambassade de France en Suisse)**

C. TABLEAUX COMPARATIFS DES VOITURES ELECTRIQUES

1. Voitures électriques à batteries

Le tableau suivant liste les principales caractéristiques de tous les modèles électriques à batteries exposés au Salon de Genève 2010, sans exception.

Les abréviations des caractéristiques utilisées dans ce tableau ont été précisées pour le tableau comparatif des véhicules hybrides.

Constructeur	Véhicule	Pays	Puiss. moteur (kW)	Batteries	Recharge	Cellules PV	Dim. (m) L-l-h	Poids (kg)	Autonomie (km)	Accél. (s)	Vit. max (km/h)	Prix (euros)
Renault	Twizy Z.E.	FR	15	Li-ion	3h30 (220 V)		2,3-1,1-1,5	420	100		75	
Renault	Fluence Z.E.	FR	70	Li-ion 20 kWh	8h (220 V) 20 min (bornes)	Toit	4,8-1,9-1,5	1600	160		130	
Renault	Zoé Z.E.	FR	70	Li-ion	8h (220 V) 20 min (bornes)	Toit	4,1-1,8-1,5	1400	160	0-100 : 6,7 s	140	
Citroën	C-Zéro (base iMiev)	FR	47	Li-ion 16 kWh	6h (220 V) 30 min 80 % (bornes)		3,4-1,5-1,6	1080	130	0-100 : 5 s	130	
Citroën	Survolt	FR					3,9-1,9-1,2					
Peugeot	iOn (base iMiev)	FR	47	Li-ion 16 kWh	6h (220 V) 30 min à 80 % (bornes)		3,4-1,5-1,6	1080	130		130	
Peugeot	BB1	FR	2*7,5	Li-ion		Toit R=16 %	2,5-1,6-1,5	600	120	0-30 : 2,8 s	90	
Heuliez	Mia	FR	25	LifePO	2h (220 V)		2,8-1,6-1,5	550 (sans batt)	230		110	17 900
Pininfarina Bolloré	BlueCar	FR	50	Li-métal-polym 28 kWh	6h (220 V)		3,7-1,7-1,6	1100	250	0-60 : 6,3 s	130	15 000
Lumeneo	Smera	FR	29	Li-ion 10 kWh			2,5-0,9-1,5	450	150	0-100 : 8 s	130	
Rinspeed	UC	CH	30	Li-ion 12 kWh			2,6-1,6-1,5	980	120	0-50 : 4,1 s	105	
Protoscar	Lampo2	CH	300	Li-ion 32 kWh	12 h (220 V) 10 min 50 % (station)			1580	200	0-100 : 5 s	200	

Constructeur	Véhicule	Pays	Puiss. moteur (kW)	Batteries	Recharge	Cellules PV	Dim. (m) L-1-h	Poids (kg)	Autonomie (km)	Accé. (s)	Vit. max (km/h)	Prix (euros)
Green GT	Green GT	CH	2*150	Li-ion-polym		Panneaux Flexcell		985	45 min	0-100 : 4,3 s	275	
NLV	Quant	CH	4*150	Batterie M-air Batterie à flux rédox		Toit et carrosserie Pyrite	4,9-2-1,3	1680	500	0-100 : 2,8 s	377	
ivolt	Tazzari Zero	CH-IT	15	Li-ion-Fe	9h (220 V) 50 min 80 % (borne)		2,9-1,6-1,4	542	140		100	24 000
Kamoo	Elektra 500 (base Fiat 500)	CH-IT	30	Zebra NaNiCl 19 kWh			3,5-1,6-1,5	980	120	0-100 : 28 s	110	41 000
Texx	Base Fiat Panda	CH-IT		LiFeMn	4h (220 V) 50 min (borne)		3,5-1,6-1,5		230			
Nissan	Leaf	JP	80	Li-ion 24 kWh	8h (220 V)	Arrière toit	4,4-1,8-1,6		160		140	25 000
Mitsubishi	iMiev	JP	47	Li-ion 16 kWh	6h (220 V) 30 min à 80 % (bornes)		3,4-1,5-1,6	1080	130		130	30 000
Honda	EV-N	JP		Li-ion		Toit CIGS R= 11%	L : 2,9		90		100	
Toyota	FT-EV II	JP	45	Li-ion	2h30 (220 V)		2,7-1,7-1,5		90		100	
Subaru	Stella Plug-in	JP	47	Li-ion 9,2 kWh	8 h (220 V) 15 min 80 % (borne)		3,4-1,5-1,7	1060	80		100	38000
BMW	Concept Active E	DE	125	Li-ion 32 kWh	6-8h (220 V)		4,6-1,9-1,5	1800	200	0-100 : 9 s	145	
Smart	Smart electric drive	DE	30	Li-ion 14 kWh	8h (220 V)		2,7-1,6-1,5		115	0-60 : 6,5 s	100	
Ruf	Greenster (base Porsche 911)	DE	270	Li-ion			4,4-1,8-1,3	1650	250	0-100 : 5 s	250	
DHBW	Elmar	DE	4*7,5	LiFePO				550	150		100	
Ford	Focus Electro BEV	USA	100	Li-ion 23 kWh	6-8h (220 V)		4,4-1,8-1,5	1550	120		135	
Tesla	Roadster Tag Heuer	USA	215	Li-ion 53 kWh			3,9-1,9-1,1	1238	390	0-100 : 3,7 s	201	80 000
Westfield	iRacer	UK	2*40	Li-ion-PO					100	0-100 : 5 s	177	

Constructeur	Véhicule	Pays	Puiss. moteur (kW)	Batteries	Recharge	Cellules PV	Dim. (m) L-l-h	Poids (kg)	Autonomie (km)	Accé. (s)	Vit. max (km/h)	Prix (euros)
Seat	IBE	ESP	75	Li-ion 18 kWh	6-8h (220 V)		3,8-1,8-1,2	1000		0-100 : 9,4	160	
Byd	e6	CHN	75 av. + X arr.	LiFePO 72 kWh			4,6-1,8-1,6	2295	330	0-100 : <14 s	140	29 000
Kia	Venga EV	CdS	80	Li-ion- polym 24 kWh	5h (220 V)		4,1-1,8-1,6		180	0-100 : 11,8 s	140	
Valmet Automotive	Eva	FI	80	Li-ion- polym 35,5 kWh			3,8-1,7-1,6		160		120	
Tata	nano EV	IND	40	Li-ion 12 kWh			3,8-1,7-1,6		150	0-60 : 10 s	110	
Tata	Vista EV	IND	55	Li-ion 26,5 kWh			3,8-1,7-1,6		217	0-60 : 8 s	125	
Optimal Energy	Joule	AdS	75	Li-ion 36 kWh			3,8-1,7-1,6	1200	300	0-100 : 15 s	135	24 000
DOK-ING	XD- Concept	CRO	80	LiFePO 30 kWh	8h (220 V)		2,8-1,7-1,8	1100	200- 250	0-100 : 7,7 s	130	

2. Voitures électriques à pile à combustible

Le tableau suivant liste les principales caractéristiques des 6 modèles électriques à pile à combustible exposés sur le Salon de Genève 2010.

“Réserv H₂” correspond aux caractéristiques du réservoir d’hydrogène.

Constructeur	Véhicule	Pays	Puiss. moteur (kW)	Batteries	Pile (kW)	Réserv. H ₂	Dim. (m) (L-l-h)	Poids (kg)	Autonomie (km)	Accé. (s)	Vit. max (km/h)	Prix (euros)
BFH-TI	SAM II	CH	15	Li- polym 2,1 kWh	6	400 g 15 bars		695	100	0-50 : 7 s	85	
Mercedes	F 800 Style Fuel Cell	DE	100	Li-ion		5,2 kg 700 bars	4,7-1,9-1,5		600	0-100 : 11 s	180	
Opel	Hydrogen 4	DE	73	NiMH 1,8 kWh	93	4,2 kg 700 bars	4,8-1,8-1,8		320	0-100 : 12 s	160	
Mazda	Mazda 5 Hydrogen RE Hybrid	JP	110	Li-ion		350 bars	4,6-1,7-1,6		200			
Honda	FCX Clarity	JP	100	Li-ion	100	3,92 kg 350 bars	4,8-1,8-1,5	1625	460		160	15 500
Hyundai	ix35 FCEV	CdS	100	Li- polym 21 kWh		5,6 kg 700 bars	4,4-1,8-1,7		650		160	

CONCLUSION

Le Salon traduisait très nettement la volonté des plus grands constructeurs mondiaux de se positionner sur les segments des véhicules à propulsions alternatives. A la lumière des tableaux joints en annexe effectuant le bilan global de tous les modèles à propulsions alternatives présentés, il apparaît néanmoins que les positionnements sont très distincts suivant les pays d'origine des constructeurs. Les segments hybride et hybride plug-in sont dominés par les géants nippons et allemands, tandis que la France, notamment sous l'impulsion de Renault et grâce à l'alliance conclue par PSA avec Mitsubishi, semble privilégier les véhicules 100% électriques.

Le prix de ces véhicules, dominé encore par le coût des technologies et des batteries (coût qui baissera, mais dans une latitude encore impossible à prévoir), reste encore aujourd'hui un frein à l'achat. Les premiers modèles hybrides classiques se vendent à un minimum de 20 000 euros environ. Les questions de l'autonomie et de la recharge sont pour les véhicules hybrides plug-in et électriques deux défis supplémentaires à relever par les constructeurs. Un changement social d'utilisation des véhicules personnels est espéré par ceux-ci, les autonomies de ces véhicules étant encore réduites à moins de 200 km en moyenne. Quant à la question de la recharge, de plusieurs heures sur secteur, elle était présentée sur le Salon comme le principal objet auquel les constructeurs s'attachaient sur ce segment. L'avenir des véhicules électriques passera nécessairement par la mise en place de bornes de recharge – dont le temps moyen de charge de 30 minutes reste cependant élevé par rapport à un passage à la pompe. Des contrats devront être conclus par les constructeurs avec les électriciens pour la mise en place de ces stations et le développement d'un réel réseau ; en Suisse, l'Alliance Renault-Nissan a conclu en ce sens des partenariats avec EOS (aujourd'hui intégré au sein d'Alpiq) et ewz.



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ambassade de France en Suisse
Service de coopération et d'action culturelle