



VOITURE ÉLECTRIQUE



C'est quoi ?

Le terme « voiture électrique » recouvre actuellement plusieurs concepts qui ont en commun de recourir à un moteur électrique pour tout ou partie de leur propulsion. Ils se différencient par leur autonomie et leur taux de rejet de CO₂. Trois concepts sont proposés sur le marché :

- les voitures hybrides rechargeables
- les voitures à prolongateur d'autonomie
- les voitures tout-électrique



Borne de recharge Mobisdec dans le Calvados © SDEC ENERGIE



La Tesla Model S [©Tesla]

Comment ça fonctionne ?

La toute première voiture électrique date de 1834. Le moteur à explosion, plus complexe, a vu son émergence plus tard, en 1861. La première commercialisation d'un véhicule électrique date de 1852. Mais ces premiers modèles n'utilisent pas de batterie électrique rechargeable.

L'invention en 1859 de la batterie rechargeable au plomb acide par Gaston Planté puis les travaux de Camille Faure permettent à la voiture électrique d'avoir un succès. Cependant, dans les années 1920, la voiture thermique bon marché, meilleure en autonomie et en poids, supplante l'électrique. La lutte contre la pollution et la réduction d'émissions de gaz à effet de serre ont remis la voiture électrique sur le devant de la scène comme moyen de transport écologique.



1^{er} prototype Voiture électrique, Robert Anderson dans les années 1830 © quechoisir-montpellier.org



© 1^{er} véhicule automobile à avoir franchi la barre des 100 km/h., la voiture électrique « jamais contente » créée par Camille Jenatzy en 1899.

Types de voitures électriques

Le terme « voiture électrique » désigne une voiture qui se mue grâce à l'énergie mécanique fournie par un moteur électrique. Ce moteur électrique est la plupart du temps alimenté par une batterie d'accumulateurs. Un terme plus spécialisé peut être utilisé pour désigner ce type de voitures électriques : les voitures électromotrices.

La terminologie « voiture électrique » peut également désigner une voiture à hydrogène ou une voiture hybride :

- Si le moteur électrique est alimenté par une pile à combustible fonctionnant à l'hydrogène, le terme « voiture à hydrogène » est plus adapté.
- Si le moteur électrique tire son énergie d'un moteur à combustion ou d'un générateur à combustion, il s'agit d'un véhicule « hybride » ou « hybride rechargeable ».



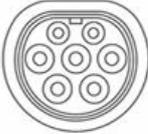
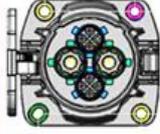
Les différents types de voiture électriques

Désignation	Type de moteur propulsant le véhicule	Source de l'énergie utilisée par le moteur
Voiture électromotrice	Électrique	Électricité stockée dans les batteries
Voiture hybride	Électrique, couplé au thermique	Carburant consommé par le moteur thermique Générateur pour les hybrides rechargeables Électricité stockée dans les batteries
Voiture à hydrogène	Moteur électrique	Électricité produite par la pile à combustible

Fonctionnement

La recharge

Tout commence par la recharge. Pour faire le plein, une voiture électrique doit être branchée sur une prise ou une borne de recharge. Le branchement se fait à travers un câble doté de connecteurs appropriés. Il en existe plusieurs, correspondant au mode de recharge souhaité. Pour la recharge à domicile, au travail ou sur les petites bornes publiques, on utilise généralement son propre câble avec connecteurs « type 2 ». Sur les bornes rapides, le câble est attaché et propose deux standards : le « Combo CCS » européen et le « CHAdeMO » japonais. Si cela peut paraître compliqué au premier abord, c'est en réalité plus simple une fois habitué. Il n'y a aucun risque d'erreur : les connecteurs n'ont pas la même forme et ne peuvent donc pas s'enficher dans la mauvaise prise.

	Courant AC		Courant DC	AC	DC
	de 3 à 43kVA		50kVA	43kVA	50kVA
Véhicule	Type-1	Type-2	Type 4	Combo	
Phase	Monophasée	Mono Tri	DC	Mono Tri	
Courant maxi.	32 A	70A 63A	125 A	70A 63A	125A
Tension maxi.	250 V AC	500 V AC	500 V DC	500V	500V
Nbre broches	5	7	10	7	2
Prises					

Une fois la connexion effectuée, le courant électrique alternatif [AC] qui circule dans le réseau de distribution chemine le long du câble connecté à la voiture. Celle-ci procède à une série de vérifications via son ordinateur de bord. Elle s'assure notamment que le courant est de bonne qualité, bien configuré et que la phase de terre est suffisante pour garantir une recharge en toute sécurité. Si tout est conforme, la voiture autorise l'électricité à traverser un premier élément embarqué : le convertisseur.

Le convertisseur

Cet organe transforme le courant alternatif du réseau en courant continu [DC]. En effet, les batteries ne peuvent stocker l'énergie que sous forme de courant continu. Pour éviter cette étape et recharger plus rapidement, certaines bornes convertissent elles-mêmes l'électricité pour injecter directement du courant continu dans la batterie. Il s'agit des bornes dites de « recharge rapide » et « ultra-rapides » DC comme celles que l'on peut trouver sur les stations d'autoroute. Très coûteuses et volumineuses, ces bornes ne peuvent actuellement pas être installées chez un particulier.

Fonctionnement

La batterie

Le courant se répartit sur les milliers de cellules qui la composent. Elles se présentent sous forme de petites piles ou de poches assemblées les unes aux autres. La quantité d'énergie stockable par la batterie s'exprime en kilowattheure (kWh), équivalent au « litre » d'un réservoir de carburant et le débit d'électricité délivré s'exprime en kilowatt « kW ». Un exemple pour comprendre : une batterie de 50 kWh qui recharge à une puissance de 10 kW peut recharger en environ 5 heures. Pourquoi « environ » ? Parce, qu'au-delà de 80%, les batteries réduisent automatiquement la vitesse de recharge. Comme une bouteille d'eau que l'on remplit au robinet, il faut diminuer le débit pour éviter d'éclabousser.

Le courant stocké dans la batterie est ensuite dirigé vers un ou plusieurs moteurs électriques. Son fonctionnement est très simple : sous l'action d'un champ magnétique généré dans le stator, le rotor du moteur tourne. Il peut transmettre son mouvement aux roues directement ou à travers un réducteur à un seul rapport pour optimiser sa vitesse de rotation.



Transmission

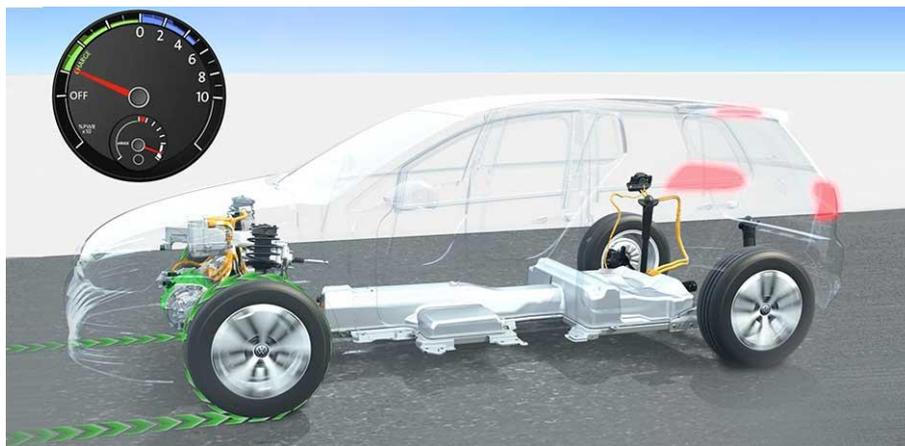
Ainsi, la voiture électrique est dépourvue de boîte de vitesse. Elle est inutile car un moteur électrique est capable de fonctionner sans problème jusqu'à plusieurs dizaines de milliers de tours par minute. Il fournit directement la rotation contrairement à un moteur thermique qui doit convertir le mouvement rectiligne des pistons en mouvement circulaire. Logiquement, il y a beaucoup moins de pièces en mouvement dans une voiture électrique que dans un véhicule thermique. Elle n'a pas besoin d'huile pour son moteur, est dépourvue de courroie de distribution et nécessite donc bien moins d'entretien.

Fonctionnement

Freinage régénératif

Autre avantage pour les véhicules à batterie : ils peuvent générer de l'électricité. En effet, lorsqu'un moteur électrique tourne « dans le vide » sans être alimenté en courant, il en fabrique. Cela arrive à chaque fois que l'on retire le pied de la pédale d'accélérateur ou que l'on freine. L'énergie récupérée est ainsi directement injectée dans la batterie.

La plupart des modèles récents de voitures électriques proposent même des modes permettant de choisir la puissance de ce frein régénératif. Réglé au maximum, il freine fortement le véhicule sans solliciter les disques et plaquettes tout en économisant quelques kilomètres d'autonomie. A bord des voitures thermiques, cette énergie est tout simplement gaspillée et accélère l'usure du système de freinage.



La panne

La panne technique est donc plus rare sur les voitures électriques. Il peut cependant arriver de se retrouver en panne d'énergie, après une mauvaise anticipation du conducteur comme à bord d'une voiture essence ou diesel. Dans ce cas, le véhicule alerte à l'avance du niveau de batterie faible, généralement entre 5 et 10 % restants. Un ou plusieurs messages s'affichent sur le tableau de bord ou l'écran central et mettent en garde l'utilisateur.

Il est possible de rouler 20 à 50 km supplémentaires selon les modèles avant de rejoindre un point de charge. Au-delà, la voiture commence à ralentir progressivement en réduisant la puissance du moteur. D'autres signaux intiment fermement au conducteur de trouver un parking pour s'arrêter. Puis en toute fin de batterie, un mode « tortue » s'enclenche et ne permet plus de dépasser une dizaine de km/h. Il faut impérativement se garer avant l'arrêt complet.

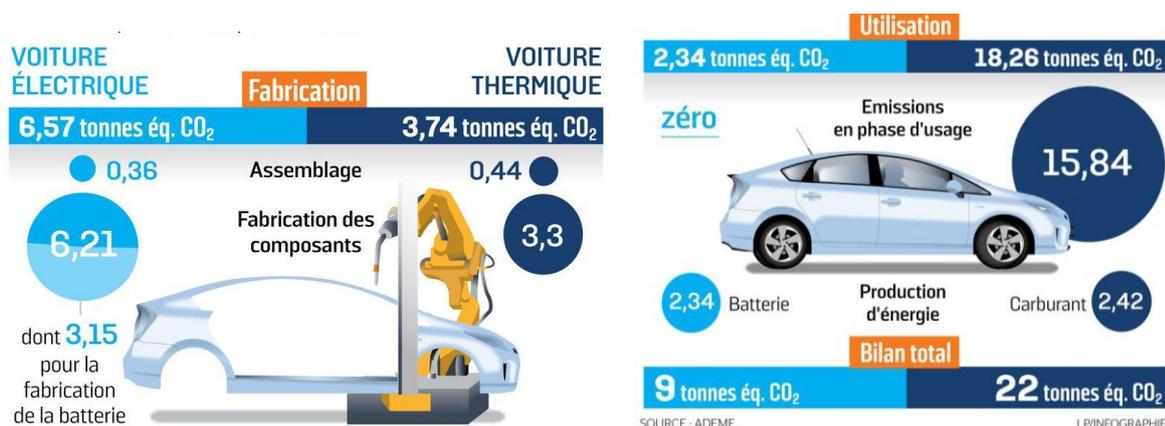
Bilan carbone voiture électrique

La Fédération européenne pour le transport et l'environnement, également connue sous le nom Transport et Environnement (T&E), a développé un outil en ligne pour mesurer les émissions de CO₂ des véhicules, selon leur motorisation, leur segment et leur lieu de production. Les données de T&E sont nettement en faveur de l'électrique. Dans le pire des cas, avec une batterie produite en Chine et conduite en Pologne, où l'électricité est surtout produite avec du charbon, une voiture électrique émet 22% de CO₂ de moins qu'un véhicule diesel et 29% qu'un véhicule essence, sur sa durée de vie totale. En France, les émissions de CO₂ sont 77% plus faibles pour l'électrique que pour l'essence. Sur l'ensemble de l'Union Européenne, la baisse est estimée à 63%.

Quel véhicule rejette le plus de CO₂

Le Parisien

En tonnes équivalent CO₂, pour 150 000 km



La voiture électrique doit encore faire des progrès, notamment dans la phase de production. Les émissions de CO₂ sont 30% plus élevées pour la production d'un véhicule électrique que pour un véhicule thermique. La batterie contient des matériaux rares, comme le lithium, le cobalt et/ou le manganèse, dont l'extraction a un fort impact environnemental. Côté moteur thermique, l'extraction d'hydrocarbure a également des conséquences sur l'environnement.

A l'autre bout de la chaîne, le recyclage des véhicules électriques reste difficile et gourmand en énergie, mais il se développe de plus en plus. Il reste cependant moins bon que pour les véhicules thermiques, pour lesquels un taux de recyclage de 95% est imposé en France.

NB : étude concentrée que sur les émissions de CO₂ et pas sur les autres gaz polluants générés par les véhicules électriques et thermiques, pendant leur production puis leur utilisation.

AVANTAGES

- Pas de moteur thermique, cela veut dire pas d'échappement donc pas de rejets de gaz à effet de serre, gaz polluants ou particules venant de la motorisation lorsque l'on roule.
- En France, l'origine en grande partie nucléaire de l'électricité du réseau garantit de faibles rejets de CO₂ durant le cycle d'utilisation de la voiture.
- Pas de nuisances sonores.
- Pas de vidange, de filtre à air, de filtre à carburant, d'huile de boîte, etc. Un moteur électrique ne demande presque aucune attention et même les disques et plaquettes de freins durent plus longtemps grâce au freinage des moteurs électriques.
- Le coût d'une charge de batterie en électricité est bien moindre que celui d'un plein de carburant.

INCONVENIENTS

- Une voiture électrique coûte actuellement cher à développer, à produire et donc à acheter.
- Même si la capacité d'autonomie s'améliore, les distances parcourues avec une voiture électrique sont inférieures à la voiture thermique.
- Programmer un long trajet nécessite de prévoir des détours pour recharger. A cela s'ajoute le temps de charge.
- Plus facile de faire la recharge quand on est propriétaire de maisons individuelles (plus compliqué en immeubles).
- Il faut inciter le recyclage des batteries lithium-ion.
- Durée de vie limitée de la batterie.

Pour en savoir plus :

<https://youtu.be/MN0JrWgtuAw>

<https://youtu.be/E11T4CkPGXg>

<http://www.fiches-auto.fr/articles-auto/fonctionnement-d-une-auto/s-1946-fonctionnement-d-une-voiture-electrique.php>

