

**DANIEL BRETON**  
et Paul-Robert Raymond, Pierre Langlois,  
Michael Bettencourt

# LE GUIDE PRATIQUE DE LA VOITURE ÉLECTRIQUE

Nouvelle  
édition  
revue et  
augmentée

# TABLE DES MATIÈRES

UN GUIDE À LA FOIS PRATIQUE ET COMPLET .....	8
--	---

## PREMIÈRE PARTIE : L'ABC DE LA VOITURE ÉLECTRIQUE .....

11

Petit lexique de l'électromobilité .....	12
L'abc du fonctionnement des véhicules partiellement et 100 % électriques .....	18
L'achat ou la location d'une voiture électrique en 9 étapes .....	22
Une voiture électrique peut coûter moins cher qu'une voiture à essence .....	26
L'abc du plein d'électricité .....	30
Le Circuit électrique: colonne vertébrale de la recharge publique au Québec .....	34
L'abc de la recharge à une borne de recharge rapide .....	39
Les VÉ ne sont pas tous égaux face à la recharge .....	42
L'entretien de votre voiture électrique .....	46
Voitures électriques et pannes de courant: pas de panique! .....	48
L'hiver en voiture électrique: mode d'emploi .....	50
Les avantages de la plaque verte .....	52
Les programmes gouvernementaux: les rabais ont changé .....	54
10 mythes sur les véhicules électriques .....	56
Quelques statistiques révélatrices sur les véhicules électriques .....	62
Les normes québécoises et canadiennes des véhicules zéro émission: avoir les moyens de nos ambitions .....	64

## DEUXIÈME PARTIE : LES ESSAIS .....

69

Mode d'emploi .....	71	Cadillac Lyriq .....	98
Acura ZDX .....	72	Cadillac Optiq .....	100
Alfa Romeo Tonale PHEV .....	74	Chevrolet Blazer EV .....	102
Audi e-tron GT / RS e-tron GT .....	76	Chevrolet BrightDrop 400 / 600 .....	104
Audi Q4 e-tron / Q4 e-tron Sportback ..	78	Chevrolet Equinox EV .....	106
Audi Q5 TFSI e quattro .....	80	Chevrolet Silverado EV / GMC Sierra EV .....	108
Audi Q8 e-tron / SQ8 / Q8 e-tron Sportback .....	82	Chrysler Pacifica Hybrid .....	110
BMW i4 Gran Coupé / i5 .....	84	Dodge Hornet R / T PHEV .....	112
BMW i7 .....	86	Fiat 500 électrique .....	114
BMW iX .....	88	Ford e-Transit .....	116
BMW M5 Berline / Touring .....	90	Ford Escape PHEV .....	118
BMW X5 xDrive50e / XM .....	92	Ford F-150 Lightning .....	120
Cadillac Celestiq .....	94	Ford Mustang Mach-E .....	122
Cadillac Escalade IQ .....	96	Genesis G80 Électrifiée .....	124

Genesis GV60 .....	126	Nissan Ariya .....	186
Genesis GV70 électrifiée .....	128	Nissan Leaf 2025 .....	188
GMC Hummer EV .....	130	Polestar 2 .....	190
Honda Prologue .....	132	Polestar 3 .....	192
Hyundai Ioniq 5 .....	134	Porsche Cayenne E-Hybrid .....	194
Hyundai Ioniq 6 .....	136	Porsche Macan Électrique .....	196
Hyundai Ioniq 9 .....	138	Porsche Panamera E-Hybrid .....	198
Hyundai Kona EV .....	140	Porsche Taycan .....	200
Hyundai Tucson PHEV .....	142	Range Rover Sport	
Jaguar I-Pace .....	144	P550e PHEV .....	202
Jeep Grand Cherokee 4xe .....	146	Rivian R1S / R1T .....	204
Jeep Wrangler 4xe .....	148	Subaru Solterra .....	206
Kia EV6 .....	150	Tesla Cybertruck .....	208
Kia EV9 .....	152	Tesla Model 3 .....	210
Kia Niro EV .....	154	Tesla Model S .....	212
Kia Niro PHEV .....	156	Tesla Model X .....	214
Kia Sorento PHEV .....	158	Tesla Model Y .....	216
Kia Sportage PHEV .....	160	Toyota bZ4X .....	218
Lexus NX 450h+ .....	162	Toyota Mirai .....	220
Lexus RZ 450e .....	164	Toyota Prius PHEV .....	222
Lincoln Corsair Grand Tourisme .....	166	Toyota RAV4 PHEV .....	224
Lucid Air .....	168	VinFast VF 8 .....	226
Mazda CX-70 PHEV .....	170	VW ID.4 .....	228
Mazda CX-90 PHEV .....	172	VW ID. Buzz .....	230
Mercedes-Benz e-Sprinter .....	174	Volvo EC40 .....	232
Mercedes-Benz VUS EQB .....	176	Volvo EX30 .....	234
Mercedes-Benz VUS EQE .....	178	Volvo EX40 .....	236
Mercedes-Benz EQS berline .....	180	Volvo EX90 .....	238
Mini Countryman SE ALL4 .....	182	Volvo XC60 PHEV .....	240
Mitsubishi Outlander PHEV .....	184	Volvo XC90 PHEV .....	242

### **TROISIÈME PARTIE - POUR LES ÉLECTROMOBILISTES AVERTIS .....** **245**

Les futures batteries de véhicules électriques: horizon 2030 .....	246
Fortes tensions sur l’approvisionnement en minéraux critiques pour les batteries Li-ion .....	254
L’empreinte écologique bien plus faible des VÉ continuera à diminuer .....	258
Un boom dans les usines de recyclage de batteries en Amérique du Nord .....	264

### **CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES .....** **268**

### **REMERCIEMENTS .....** **269**



Tesla Model 3

# UN GUIDE À LA FOIS PRATIQUE ET COMPLET

DANIEL BRETON

Ce tout nouveau livre consacré aux véhicules partiellement et entièrement électriques a été pensé et écrit dans le but de rejoindre de plus en plus de futurs acheteurs de ces véhicules.

L'augmentation exponentielle des ventes de véhicules électriques au Québec fait maintenant que ceux-ci n'intéressent plus seulement les amateurs de technologie ou les écologistes, mais également le public en général. Or, il subsiste encore et toujours de nombreuses questions sur ces véhicules. C'est pourquoi nous avons décidé de faire de ce livre un outil de compréhension ET de réflexion des plus complets.

## Première partie : l'abc de la voiture électrique

Cette première section s'adresse plus spécialement aux nouveaux (et futurs) propriétaires de véhicules électriques. C'est pourquoi nous prenons le temps d'expliquer de manière facile d'accès et très concrète le b.a.-ba de la voiture électrique en abordant ces sujets :

- les termes relatifs à l'électromobilité ;
- le fonctionnement des véhicules partiellement et entièrement électriques ;
- le fonctionnement des bornes de recharge ;
- les coûts réels et les économies liés à la possession d'un véhicule électrique ;

- le magasinage d'un véhicule électrique ;
- Mobilité électrique Canada ;
- les courbes de recharge ;
- le Circuit électrique d'Hydro-Québec ;
- les programmes gouvernementaux.

## Deuxième partie : les essais

Nous vous donnerons ici nos points de vue sur les véhicules hybrides rechargeables et 100 % électriques offerts sur le marché... avec une approche différente des livres automobiles traditionnels. Ainsi, les statistiques illustrées sont à caractère plus écologique que de performance : GES, autonomie, émissions polluantes, batterie, etc.

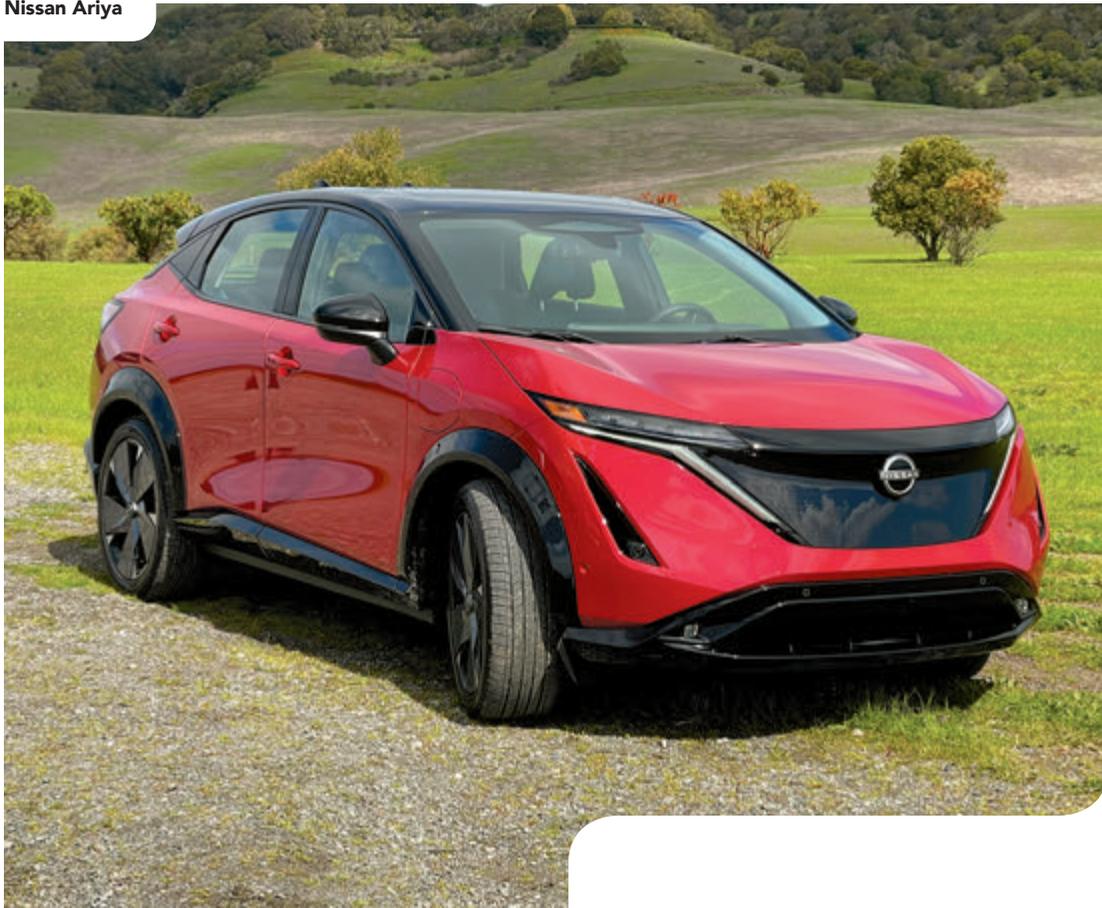
Sans rien enlever à ces ouvrages connus et reconnus, nous croyons que notre livre ouvre

une autre perspective sur les véhicules que nous avons testés. Nos textes permettront aux lecteurs de bien choisir leur véhicule en comparant les paramètres d'une fiche à l'autre.

## Troisième partie : pour les experts

Cette section s'adresse aux adeptes de l'électrification des transports, à ceux et celles qui s'intéressent à ce sujet de manière plus approfondie ainsi qu'à l'avenir écologique, économique et technologique de l'électromobilité. Enfin, nous vous ferons découvrir que l'électrification des transports est un vaste sujet qui dépasse de très loin les seules voitures électriques.

Nissan Ariya

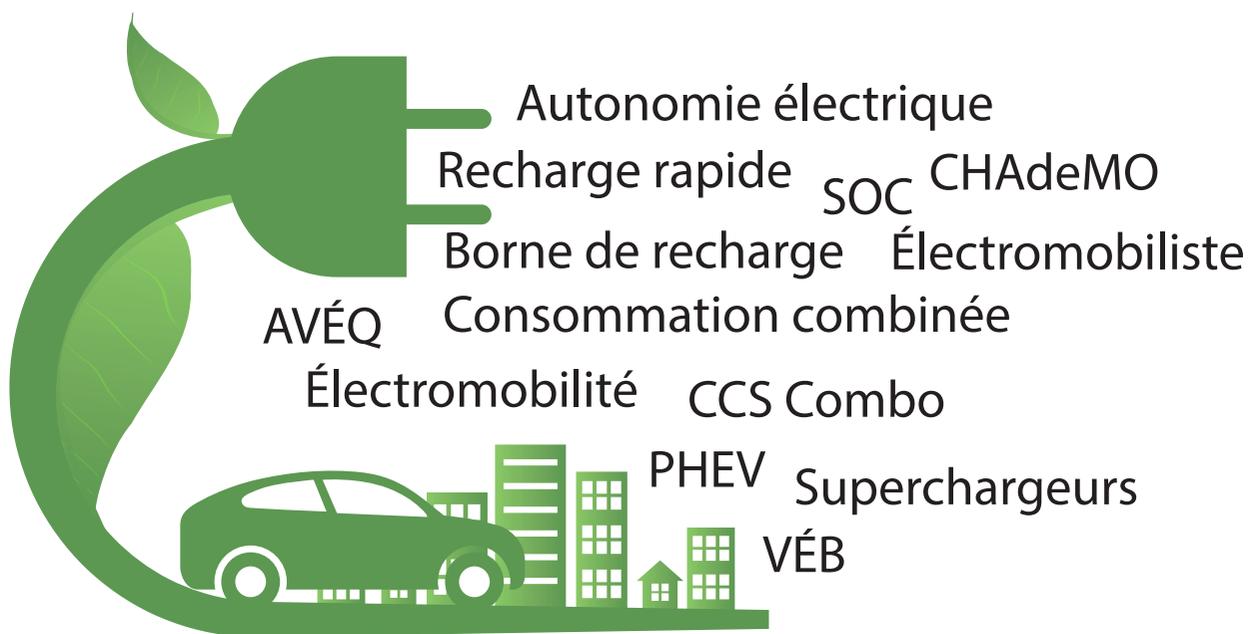




PREMIÈRE PARTIE

# L'ABC DE LA VOITURE ÉLECTRIQUE





## PETIT LEXIQUE DE L'ÉLECTROMOBILITÉ

DANIEL BRETON

Ceux et celles qui ne connaissent pas beaucoup les véhicules électriques peuvent être déconcertés par cette pléthore de nouveaux termes et abréviations qui sont partie prenante du merveilleux monde de l'électromobilité. Et c'est normal. En effet, la mobilité électrique a des termes, expressions et définitions bien à elle. Voilà pourquoi nous vous présentons ici un petit lexique (par ordre alphabétique) qui vous aidera à mieux saisir certains des tenants et aboutissants de l'électrification des transports.

### Autonomie électrique

Distance pouvant être parcourue par un véhicule uniquement au moyen de l'énergie électrique avant qu'il soit nécessaire d'en

recharger la batterie ou avant que le moteur à essence démarre. Un véhicule électrique à petite autonomie peut parcourir de 100 à 275 km, tandis qu'un véhicule électrique à grande autonomie, de 350 à... 840 km.

### AVÉQ (Association des véhicules électriques du Québec)

Association de propriétaires de véhicules électriques qui soutiennent l'essor de l'électromobilité au Québec. L'AVÉQ est très active dans l'éducation des citoyens, des entreprises et des gouvernements.

### Borne de recharge

Borne d'alimentation électrique destinée à la recharge des batteries des véhicules hybrides

rechargeables ou 100 % électriques. Les bornes de recharge peuvent être privées ou publiques. Dans le second cas, elles sont généralement situées dans le parc de stationnement de certains commerces, dans une station-service ou une halte routière. Un lieu équipé de plusieurs bornes de recharge est appelé « station de recharge » ou « station-service de recharge ».

## **Borne de recharge intelligente**

Borne capable de recevoir, d'envoyer et de traiter des données permettant la commande d'actions à distance. La borne de recharge intelligente est généralement reliée à un réseau de bornes communiquant avec un système de gestion centralisé. Grâce aux données transmises et traitées par le système, les usagers peuvent, par exemple, repérer la borne de recharge la plus près, savoir si elle est disponible ou non, et effectuer un paiement avec une carte prépayée ou une application à partir d'un téléphone intelligent.

Il y a trois niveaux de recharge :

### **Niveau 1**

Il s'agit d'une prise de courant domestique de 120 V. Tous les véhicules légers hybrides rechargeables ou 100 % électriques proposent un chargeur de 120 V de série. Si une telle prise peut servir de mode de recharge d'appoint, il n'est pas recommandé de s'en servir comme prise de recharge régulière, surtout si vous possédez une voiture électrique à grande autonomie. Par exemple, le temps de recharge d'une voiture équipée d'une batterie de 60 kWh sur une telle borne peut dépasser deux jours. De plus, si vous comptez utiliser une telle prise à la maison, il est recommandé de la faire vérifier pour vous assurer qu'elle est en bon état et qu'elle a une capacité suffisante, et ce, pour éviter que le disjoncteur ne coupe le courant.

### **Niveau 2**

Ce type de recharge est effectué à l'aide d'une borne dont la tension électrique est de 208 ou 240 V. Vous pouvez faire installer une borne de niveau 2 à l'extérieur de la maison ou à l'intérieur de votre garage. Lors d'une recharge de niveau 2, la demande d'électricité est à peu près équivalente à celle d'un chauffe-eau de 40 gal (150 L). Il est également possible de recharger son véhicule à l'aide de bornes de niveau 2 du réseau de recharge public. Dans le réseau public du Circuit électrique, par exemple, le coût de recharge aux bornes de niveau 2 est généralement de 0 à 3 \$/h, calculé à la minute. Par exemple, si vous y rechargez votre voiture électrique pendant 30 minutes, votre facture sera de 0 \$ à 1,50 \$. Pour une voiture électrique à grande autonomie (environ 75 kWh), le temps de recharge (de 0 à 100 %) sera de 9 à 10 heures.

### **Bornes de recharge rapide, ou borne de recharge à courant continu (BRCC)**

Ces bornes fonctionnent à une tension d'au moins 400 V grâce à une connexion CCS Combo, NACS ou CHAdeMO. Leurs coûts d'acquisition et d'installation, de 80 000 \$ à 160 000 \$, expliquent pourquoi elles sont moins répandues que les bornes de 240 V. Si la plupart des BRCC qu'on trouve sur nos routes sont de 50 kW, des BRCC de 100 kW, 150 kW, 180 kW, 250 kW, 350 kW et même 400 kW commencent à faire leur apparition, ce qui diminue le temps de recharge des véhicules électriques. En effet, celui-ci est passé de 60 à 90 minutes il y a quelques années à un temps de recharge moyen de 15 à 30 minutes dans le cas des véhicules électriques les plus récents et performants.

## **BRCC (borne de recharge à courant continu)**

Aussi connue sous le nom de « borne rapide » ou (incorrectement) de « borne de niveau 3 ».

## **CCS Combo**

Prise combinant une prise de niveau 2 avec une prise pour la recharge rapide de niveau 3. Le système CCS Combo se trouve dans la plupart des véhicules 100 % électriques et semble en bonne voie de devenir LE standard de l'industrie pour les BRCC.

## **CHAdEMO**

C'est le nom commercial d'une méthode de recharge rapide des véhicules électriques à batterie. Il est proposé comme un standard de l'industrie mondiale par une association du même nom. CHAdEMO, ou « chargé de mouvement », signifie « charger pour déplacer ». Nissan est le principal utilisateur du système CHAdEMO pour ses Leaf. Cette méthode est cependant sur la voie de sortie maintenant que plus aucun constructeur, sauf Nissan avec sa Leaf et Mitsubishi avec son Outlander PHEV, ne s'en sert.

## **Le Circuit électrique**

Le Circuit électrique est le premier et le plus important réseau de bornes de recharge publiques pour véhicules électriques au Québec. Il propose la recharge à 240 V et à 400 V. Les bornes sont installées dans les stationnements de ses nombreux partenaires partout au Québec et dans l'est de l'Ontario. Le Circuit électrique est une division de la société d'État Hydro-Québec.

## **Club Tesla Québec**

Il s'agit d'un organisme à but non lucratif créé pour les propriétaires et les adeptes de Tesla au Québec. Le club agit sur plusieurs axes

d'intérêt, mais toujours dans le but de faire avancer l'électrification des transports et de mieux faire connaître les voitures électriques.

## **Conduite à une pédale**

Conduite modulée par la pédale d'accélérateur qui permet aussi de faire ralentir, voire de freiner le véhicule électrique en touchant très peu ou pas du tout à la pédale de frein, et ce, grâce au freinage régénératif induit par le moteur électrique. Cela contribue à améliorer l'expérience de conduite tout en prolongeant la vie des freins.

## **Consommation combinée**

Pour les véhicules hybrides et 100 % électriques, il s'agit de la cote de consommation moyenne entre la consommation en ville (55 % du kilométrage) et sur la route (45 % du kilométrage). En ce qui a trait aux véhicules hybrides rechargeables, la consommation combinée est double. On la calcule soit en combinant l'énergie électrique et hybride, soit en combinant, comme pour les véhicules hybrides et électriques, la consommation en ville et sur la route.

## **Cote d'autonomie électrique**

C'est l'autonomie moyenne calculée en fonction des paramètres de Ressources naturelles Canada ou de l'Environmental Protection Agency (EPA) américaine. Ainsi, si un véhicule électrique a une cote d'autonomie moyenne de 383 km, on obtient celle-ci en calculant 55 % de l'autonomie en conditions de conduite en ville et 45 % en conditions de conduite sur la route. En été, un véhicule électrique pourra voir son autonomie augmenter jusqu'à 40 % de plus que sa cote d'autonomie affichée, alors que son autonomie diminuera jusqu'à 40 % sous sa cote en conditions hivernales.



Hyundai IONIQ 6

## Courbe de recharge

La courbe de recharge est la représentation graphique du processus de charge d'une voiture électrique. Elle diffère pour chaque modèle et illustre la manière dont évolue la recharge en fonction du niveau de charge de la batterie. Recharger une voiture électrique est un peu comme remplir un verre d'eau, puisqu'on diminue le débit d'eau à mesure qu'on s'approche du haut du verre pour éviter que celui-ci ne déborde.

## Électromobiliste

Automobiliste qui se déplace en véhicule électrique.

## Électromobilité

Qui relève de tout moyen de transport utilisant l'énergie électrique.

## État de charge

Voir SOC.

## État de santé de la batterie

Voir SOH.

## Freinage régénératif

Procédé employé dans les véhicules hybrides et électriques pour récupérer une partie de l'énergie cinétique et recharger leurs batteries. Le principe est de transformer le moteur électrique du véhicule en générateur lors des phases de freinage. La rotation des roues entraîne alors ce générateur et produit de l'électricité qui est stockée dans les batteries.

## GOM (guess-o-meter, ou indicateur de projection d'autonomie)

Terme désignant l'indicateur d'autonomie électrique à bord des véhicules électriques. Il est plus ou moins précis, selon le modèle, un peu à la manière des jauges des véhicules à essence.

## **Indicateur de projection d'autonomie**

Voir GOM.

## **kW (kilowatt)**

Unité de puissance, multiple du watt, valant 1000 watts.

## **kWh (kilowatt-heure)**

Un kWh correspond à la consommation d'un appareil électrique de 1000 watts pendant une heure.

## **kWh/100 km**

Unité de consommation électrique d'un véhicule électrique sur une distance de 100 km par comparaison avec l'unité de consommation en litres/100 km d'un véhicule à essence.

## **NACS (North American Charging Standard)**

Standard de recharge qui était exclusif à Tesla et qui sera adopté au cours des prochaines années par la vaste majorité des constructeurs automobiles en Amérique.

## **PHEV**

*Plug-in hybrid electric vehicle* : véhicule hybride rechargeable.

## **Port de recharge rapide**

Réceptacle qu'on trouve sur toutes les voitures 100 % électriques (et sur deux véhicules hybrides rechargeables : le VUS Mitsubishi Outlander PHEV et le Range Rover PHEV) pouvant accueillir le pistolet des bornes de recharge rapide (BRCC).

## **SOC (state of charge, ou état de charge)**

Quantité d'énergie électrique que peut fournir une batterie à un moment déterminé, exprimée en pourcentage de sa capacité.

## **SOH (state of health, ou état de santé de la batterie)**

Niveau de performance d'une batterie à un moment déterminé, par rapport à sa performance initiale. L'état de santé peut être calculé, par exemple, en termes de durée de vie (rapport entre la durée de vie restante et la durée de vie prévue) ou de capacité (la capacité réelle par rapport à la capacité théorique initiale).

## **Superchargeurs**

Bornes rapides du constructeur Tesla réservées aux véhicules électriques de marque Tesla jusqu'à tout récemment. Ce n'est maintenant plus le cas. Plusieurs constructeurs ont signé des ententes avec Tesla pour adopter le standard NACS.

## **VÉ**

Véhicule électrique.

## **VÉB (véhicule électrique à batterie)**

Aussi connu sous les expressions « véhicule électrique » ou « véhicule 100 % électrique ».

## **Véhicule électrique à autonomie prolongée**

Véhicule électrique qui est aussi équipé d'un moteur à essence dont le but n'est généralement pas de propulser le véhicule, mais d'agir comme une génératrice qui alimentera la batterie en énergie afin que, à son tour, celle-ci alimente le moteur électrique. Deux exemples de ce système : la Chevrolet Volt et la BMW i3 REX.

## **VH (véhicule hybride)**

Véhicule équipé de deux moteurs ou plus, dont un est à essence et l'autre (ou les autres) est électrique. Ce véhicule ne peut pas être branché à une borne de recharge.

## VHR (véhicule hybride rechargeable)

Aussi connu sous le nom de « véhicule hybride enchâssable », il est équipé de deux moteurs ou plus, dont un est à essence et l'autre (ou les autres) est électrique. Ce véhicule est pourvu d'un port de recharge afin que l'utilisateur puisse le brancher pour rouler en mode 100 % électrique sur 20 à 120 km, selon les modèles.

## VZÉ (Véhicule zéro émission)

Véhicule hybride rechargeable, 100 % électrique ou à hydrogène. Si ces véhicules peuvent ne pas émettre de gaz à effet de serre (GES) à la sortie du pot d'échappement, ça ne veut pas dire pour autant qu'ils ne polluent pas durant leur cycle de vie.

Bornes de recharge publiques en Norvège





BMW iX en recharge

# L'ABC DU FONCTIONNEMENT DES VÉHICULES PARTIELLEMENT ET 100% ÉLECTRIQUES

DANIEL BRETON

Confondez-vous les technologies hybride, hybride rechargeable et électrique ? C'est normal étant donné la complexité croissante des technologies à bord des véhicules d'aujourd'hui. Voici pourquoi je vous propose ici un bref tour d'horizon qui vous aidera à mieux comprendre les différences propres à chaque type de véhicule.

## Le véhicule hybride

Le moteur hybride se caractérise par une combinaison de deux moteurs : un moteur à essence et un moteur électrique. Le principe consiste à faire recharger une batterie par un moteur à essence, tandis

que cette batterie récupère aussi l'énergie de freinage et permet une conduite moins énergivore. C'est en quelque sorte un « turbo électrique » permettant au véhicule d'obtenir les performances d'un moteur plus puissant, mais avec la consommation et les émissions de GES d'un moteur plus modeste. Ainsi, le moteur électrique intervient quand le moteur thermique est peu efficace, soit à l'accélération, à basse vitesse ou à l'arrêt.

## Le fonctionnement d'un véhicule hybride sur la route

Lorsque le véhicule est immobile, les deux moteurs sont à l'arrêt.

Lors d'un démarrage lent, c'est souvent le moteur électrique qui assure la mise en mouvement de la voiture, jusqu'à une vitesse de 30 à 90 km/h (selon les modèles).

Lors d'un démarrage rapide, les deux moteurs fonctionnent pour permettre une accélération vive.

À vitesse élevée, le moteur à essence prend le relais principal, mais il est appuyé par le moteur électrique.

En décélération, en descente ou en freinage, une partie de l'énergie cinétique est transformée en électricité par le moteur électrique (qui fonctionne comme un générateur) pour recharger la batterie, assurant ainsi un rôle de frein moteur accru, ce qui par ailleurs soulage les freins mécaniques et prolonge considérablement leur durée de vie.

## Le véhicule hybride rechargeable

Un véhicule hybride rechargeable partage les caractéristiques du moteur hybride, mais on y ajoute la possibilité de recharger la batterie de manière externe, c'est-à-dire en la branchant. Celle-ci peut être rechargée sur le réseau électrique conventionnel (à la maison) ou sur des bornes de recharge publiques (au travail, dans des stationnements publics, dans la rue, dans des stations-service de recharge, etc.).

## Le véhicule 100% électrique : à batterie ou à pile à combustible

Une voiture électrique est propulsée par un ou des moteurs électriques alimentés soit par une batterie d'accumulateurs, soit par une pile à combustible.

- Une batterie d'accumulateurs fournit de l'électricité à une voiture grâce à :
  - la recharge par câble depuis une source électrique extérieure : une borne à la maison, une borne publique de niveau 2 ou une borne de recharge à courant continu (BRCC) ;

— la récupération d'énergie lors de la décélération du véhicule ou comme source de récupération d'énergie lors des descentes, le moteur électrique fonctionnant comme un générateur (selon les modèles de véhicules).

- Une pile à combustible fournit de l'électricité à une voiture grâce au principe de l'oxydation de l'hydrogène et de la réduction simultanée de l'oxygène par l'entremise d'une membrane. Si l'oxygène est puisé dans l'atmosphère, l'hydrogène qu'on trouve dans les réservoirs des voitures à pile à combustible provient généralement de la séparation du gaz naturel, mais parfois de l'électrolyse de l'eau (beaucoup plus rarement).

En 2025, les voitures 100 % électriques neuves ont une autonomie de 220 à 840 km, selon le modèle, et nécessitent des temps de recharge directement proportionnels à la grosseur de la batterie et du chargeur embarqué pour les voitures à batterie d'accumulateurs. Quant aux voitures électriques à pile à combustible, leur temps de ravitaillement est semblable à celui d'une voiture à essence. C'est d'ailleurs leur seul réel avantage sur les voitures électriques à batterie d'accumulateurs, car pour le reste, ces dernières ont tous les avantages :

- coût d'achat moins élevé ;
- efficacité énergétique jusqu'à trois fois supérieure ;
- infrastructure beaucoup moins onéreuse.

## Qu'advient-il des voitures hybrides dans les prochaines années ?

Beaucoup d'adeptes des voitures électriques n'apprécient pas que des constructeurs automobiles continuent à fabriquer des hybrides, car, selon eux, cela ne fait que