

DOSSIER DE VEILLE
Décembre 2019



Pièces qui changent sur les véhicules électriques et hybrides: synthèse 2019

Sommaire

P. 3 [Véhicules électriques 2019](#)

P. 4 [Véhicules hybrides 2019](#)

P. 5 [Schémas](#)

P. 15 [Pièces massives](#)

P. 27 [Electrique, électronique](#)

P. 29 [Pièces fluidiques](#)

P. 33 [Pièces de tôlerie, fil](#)

P. 36 [Fixations](#)

P. 39 [Traitements de surface](#)

P. 42 [Conclusion](#)



Résumé

Une voiture électrique a 3 composants principaux, à savoir un moteur électrique, un pack de batterie et une transmission. Le bloc de batterie ne contient aucune pièce mobile et l'énergie électrique est extraite via un processus chimique qui alimente le moteur. Le moteur transfère la puissance aux roues en utilisant une transmission, généralement à une vitesse. Cela signifie que les besoins globaux d'usinage de pièces automobiles sont bien moindres que ceux d'une voiture à moteur à combustion interne (ci-après dénommées MCI). Les exigences pour les fournisseurs vont changer dans une large mesure. Cette présentation montre les différences de construction entre les véhicules hybrides rechargeables et électriques par rapport aux voitures MCI traditionnelles. Beaucoup de composants utilisés auparavant disparaîtront, mais il faudra simultanément de nouveaux composants, de nouvelles technologies et de nouveaux matériaux.



Véhicules électriques 2019

Decembre 2019

Chevrolet Bolt EV (USA)
Tesla Model 3 (USA)
Tesla Modèle S (USA)
Audi e-tron (Allemagne)
Renault Zoé II (France)
BMW i3 (Allemagne)
Nissan leaf e+ (Japon)

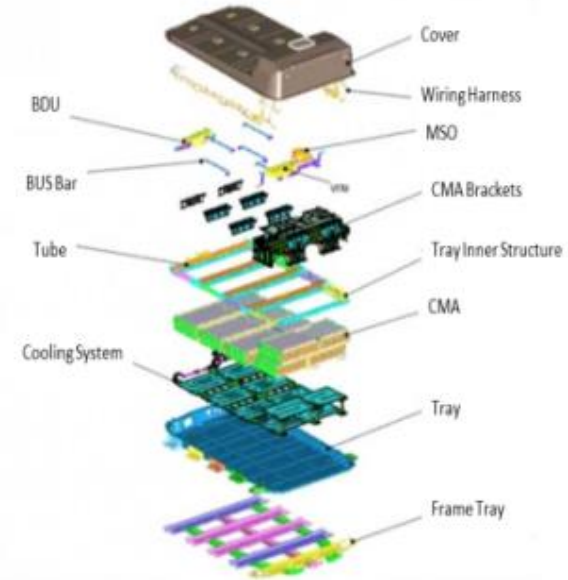
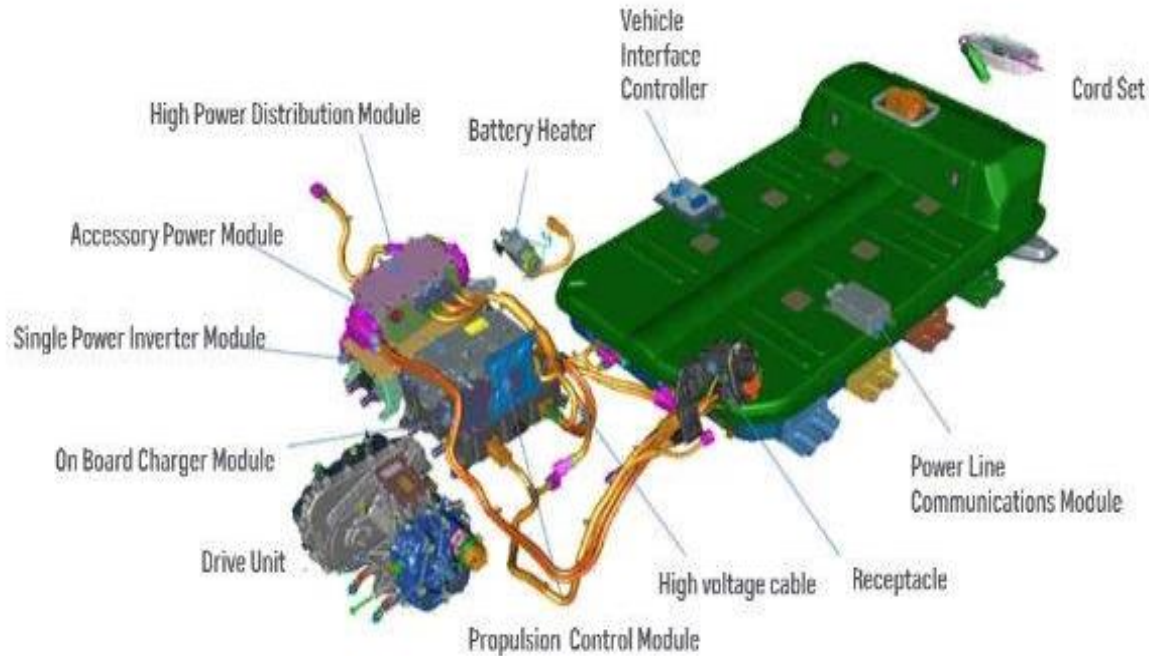
Véhicules hybrides 2019

Decembre 2019

Chevrolet Malibu Hybrid (USA)
Peugeot 508 hybrid (France)
Peugeot 3008 hybrid 2 ou 4 (France)
DS 7 Crossback E-TENSE (France)
AUDI Q quattro hybride (Allemagne)
Honda Insight (Japon)
Toyota Prius (Japon)

Véhicules électriques - schéma

Decembre 2019

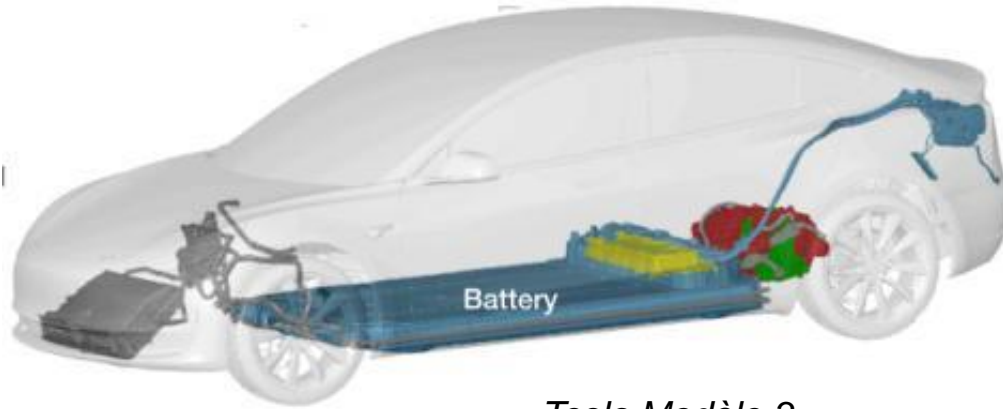


[Chevrolet Bolt EV](#)
[Système de propulsion](#)

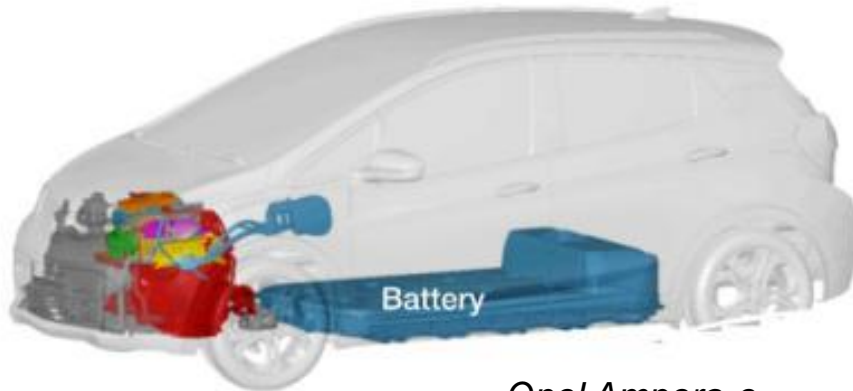
[Batterie de Chevrolet Bolt](#)

Véhicules électriques - schéma






Decembre 2019



Tesla Modèle 3

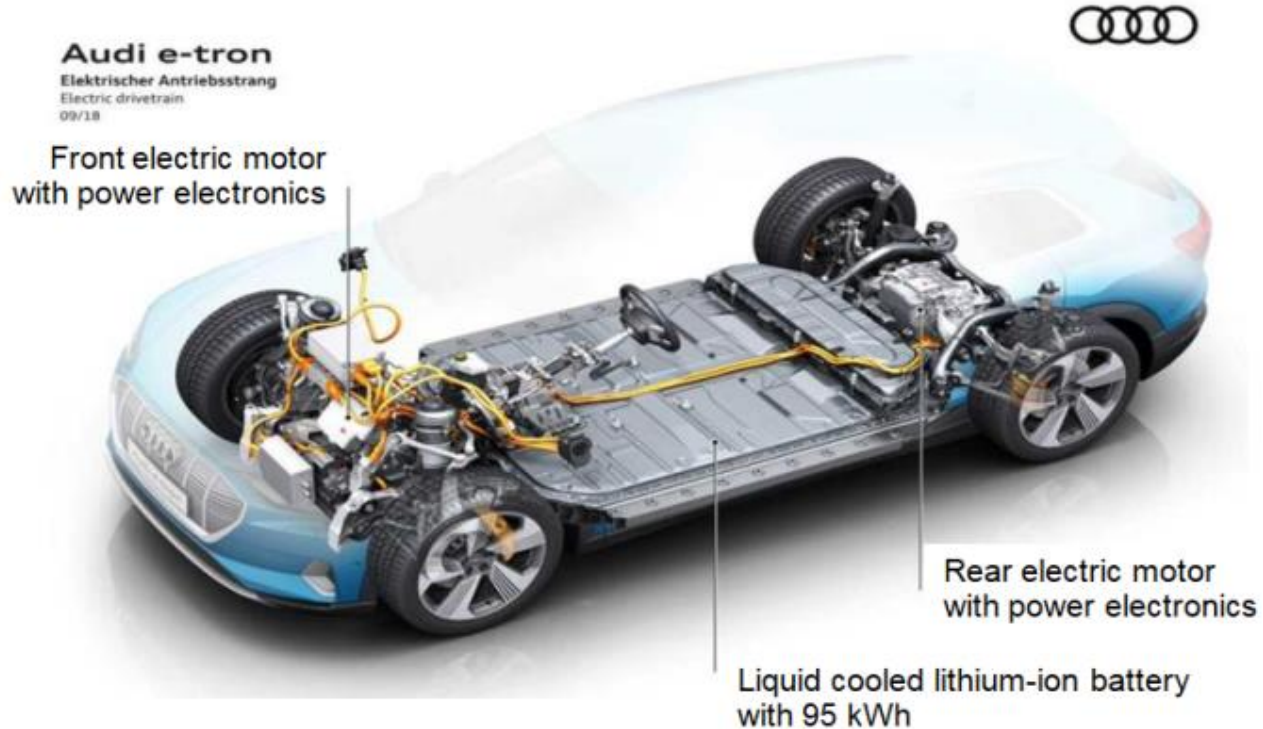


Opel Ampera-e

-  Electric motor
-  Inverter/converter module
-  High-voltage charger
-  High-voltage junction box
-  DC-DC converter

Véhicules électriques - schéma

Decembre 2019



[Moteurs de Audi e-tron](#)

Véhicules électriques - schéma

Decembre 2019



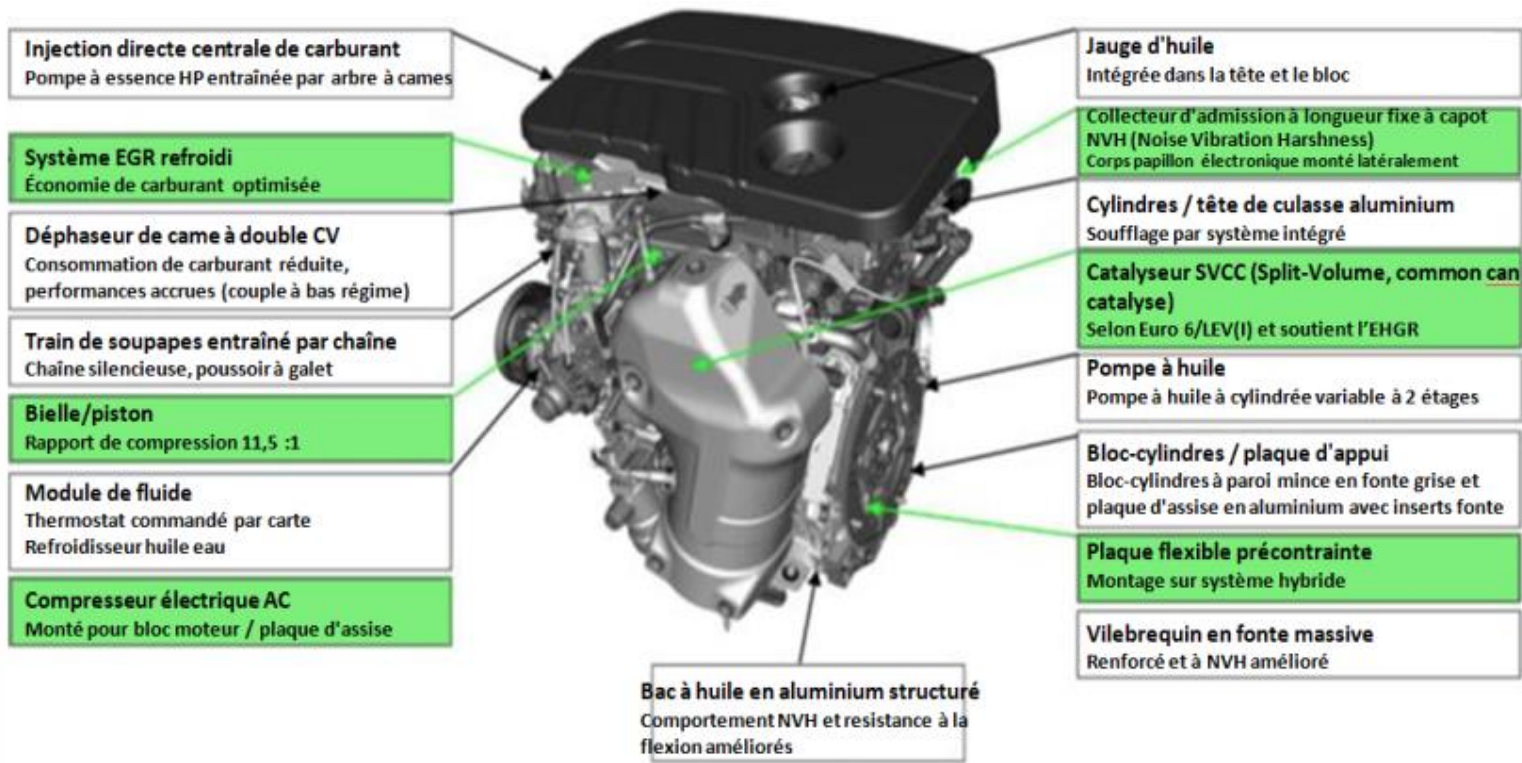
- 1** ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE
- 2** STATOR
- 3** ROTOR
- 4** REDUCTEUR



Renault Zoé II – moteur synchrone à rotors bobinés

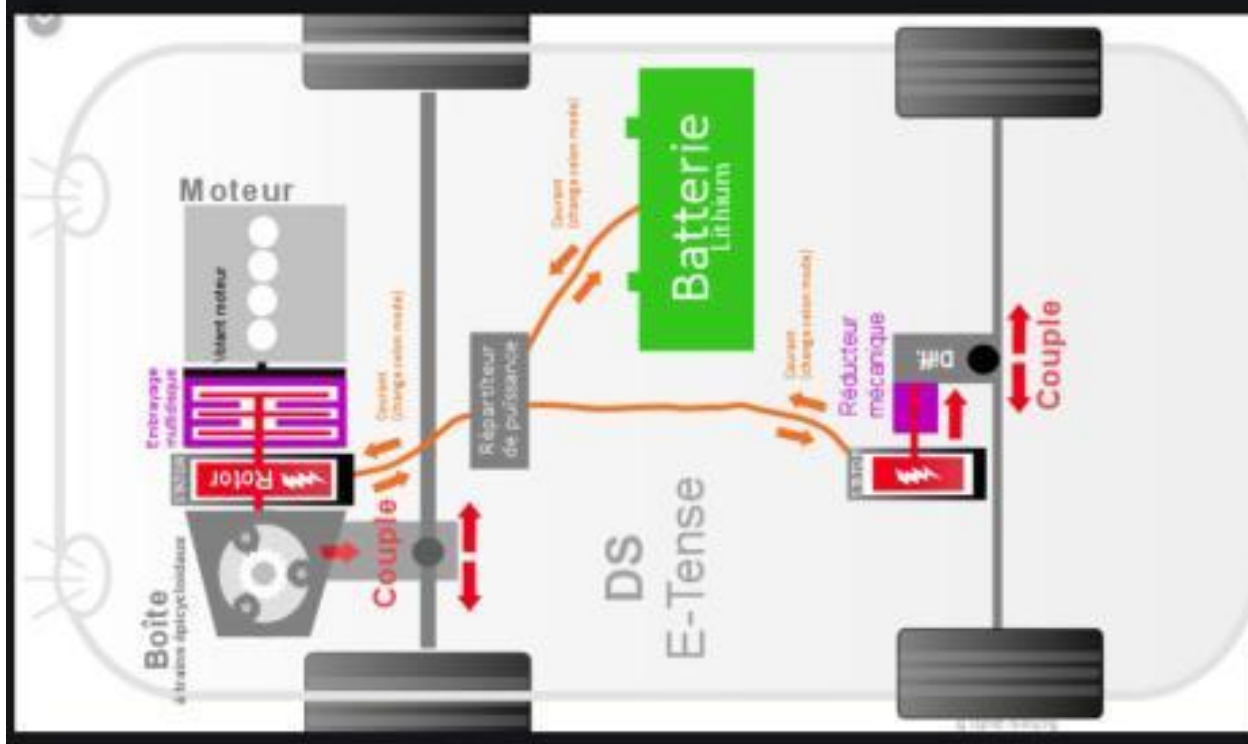
Véhicules hybrides - schéma

Decembre 2019



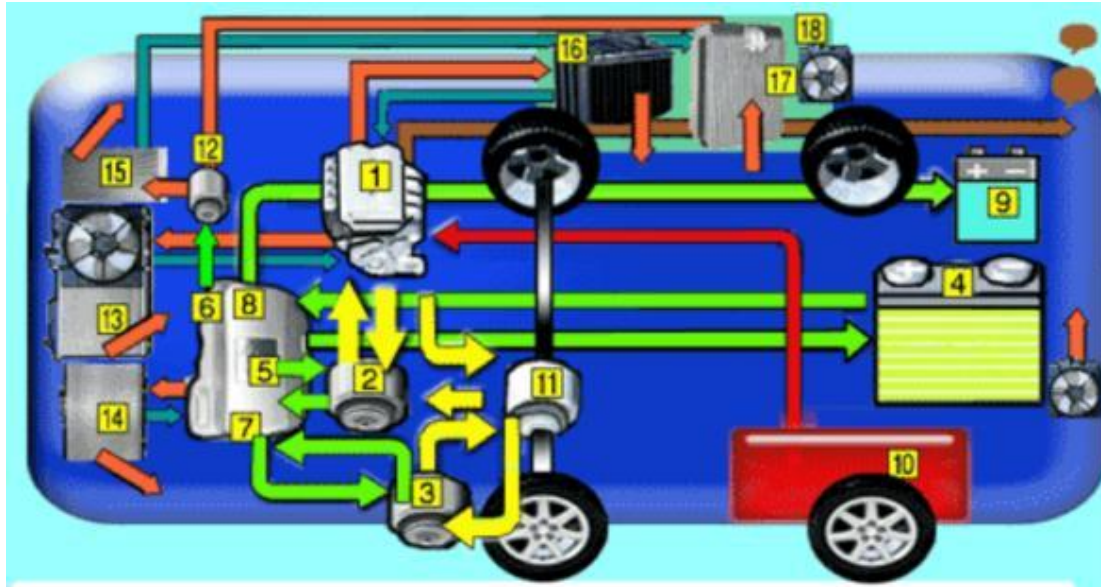
Chevrolet Malibu Hybrid - moteur

Véhicules hybrides - schéma



[DS 7 E-TENSE](#)

Véhicules hybrides - schéma



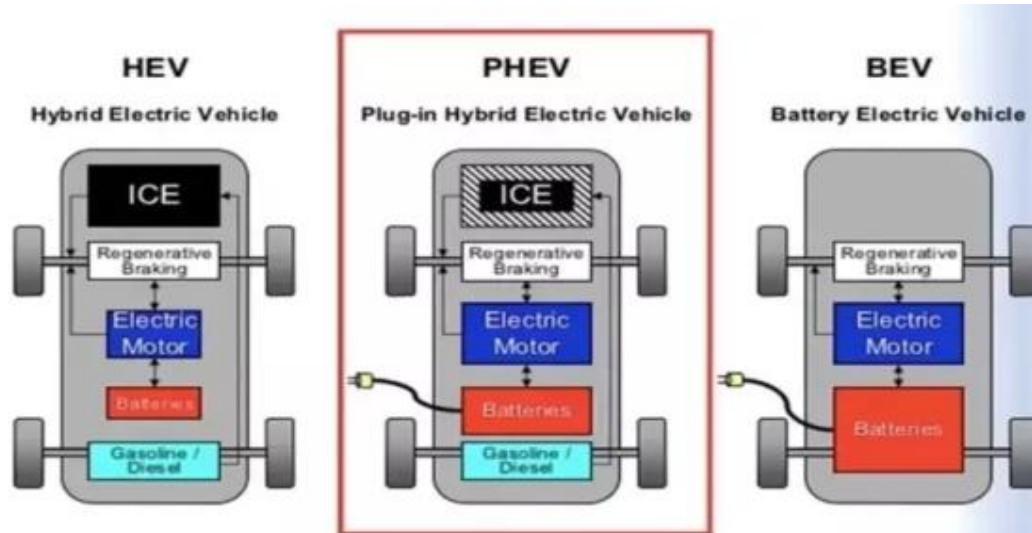
1. Moteur thermique
2. Générateur
3. Moteur électrique
4. Batterie de haute tension
5. Inverseur pour la traction
6. Inverseur pour la climatisation
7. Circuit Booster
8. Convertisseur pour la recharge
9. Batterie complément

10. Réservoir d'essence
11. Engrenage Différentiel
12. Compresseur
13. Radiateur (moteur thermique)
14. Radiateur (inverseur)
15. Condensateur
16. Radiateur (chauffage)
17. Evaporateur
18. Unité de climatisation intérieure

Système de la Toyota Prius

Véhicules électriques vs. hybrides

- L'architecture la plus simple du [véhicule électrique](#) consiste en une batterie haute tension, un moteur électrique avec contrôleur électronique et une boîte de vitesses à une seule vitesse.
- Les véhicules électriques hybrides ont un groupe motopropulseur hybride (moteur à combustion interne et moteur électrique).



Architecture de véhicule électrique

- La plupart des véhicules électriques ont le groupe motopropulseur sur l'essieu avant et la batterie haute tension au plancher, entre les essieux avant et arrière.
- La batterie haute tension, composant électrique le plus lourd du véhicule, est positionnée très bas, dans le plancher. Cela donne un autre avantage, un centre de gravité très bas, ce qui améliore la stabilité globale du véhicule.
- Les véhicules électriques hautes performances (SUV) ont deux moteurs électriques pour la traction, l'un sur l'essieu avant, le second sur l'essieu arrière. Les deux moteurs ont leurs propres contrôleurs électroniques de puissance. Cette configuration offre des capacités de traction intégrale ainsi que de très bonnes performances en termes d'accélération et de dynamique de conduite (vectorisation du couple).
- Le groupe motopropulseur des véhicules électriques très hautes performances se compose de 4 moteurs au total, un pour chaque roue.



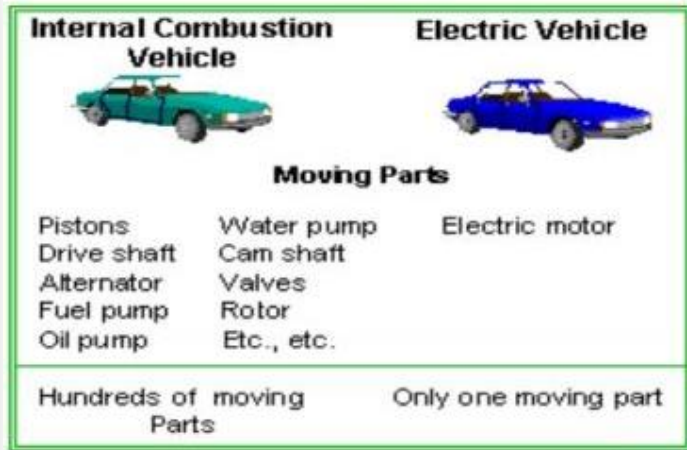
Chevrolet Bolt EV avec un moteur



Tesla X avec deux moteurs

Véhicule électrique vs voiture moteur à combustion

Decembre 2019



Change from ICE to BEV results in global USD 217 billion³ powertrain segment swapped for BEV components



Pièces massives

(Moteur électrique)

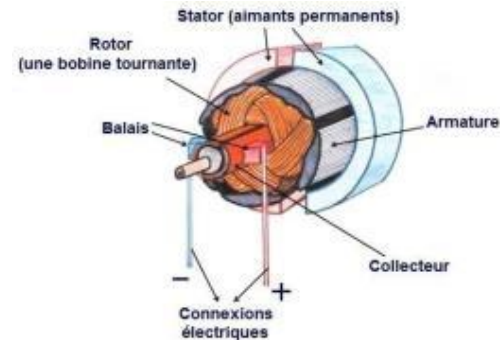
- Deux types de moteurs sont principalement utilisés dans les [voitures électriques](#) : CA et CC moteur.

CA moteur

- Moteur triphasé pouvant fonctionner à 240 volts CA.
- Il peut également fonctionner comme un générateur qui ramène de l'énergie à la batterie.
- Les moteurs à courant alternatif sont plus chers, mais ils sont très populaires parmi les constructeurs d'automobiles électriques, en particulier pour les véhicules à hautes performances.
- Le fonctionnement fondamental des moteurs à courant alternatif dépend des principes du magnétisme.

CC moteur

- Le moteur à courant continu fonctionne sur tout ce qui se situe entre 96 et 192 volts.
- Les moteurs à courant continu génèrent plus de couple, ce qui réduit les coûts.



Le moteur à courant continu

Pièces massives

(Moteur électrique)

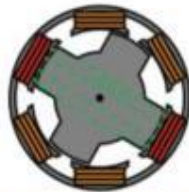
- Trois types de moteurs électriques sont actuellement utilisés dans l'industrie automobile:
 - **les moteurs à aimants permanents** (contient environ 2 kg de terres rares – néodyme, dysprosium, praséodyme) - Nissan Leaf, Tesla Model 3, BMW i3
 - **les moteurs à induction** (moteurs asynchrones) - Tesla Model S, Audi e-tron
 - **les moteurs à rotor bobiné** (synchrone) - Renault Zoe
- La principale différence entre les machines électriques réside dans la manière dont elles produisent le couple (champ magnétique permanent des aimants, champ magnétique induit dans les enroulements du rotor ou chemin magnétiquement conducteur dans le rotor aligné avec le champ de stator).

Permanent
Magnet Rotor



Permanent Magnet
Synchronous Machine
(PMSM)

Salient Iron
Rotor



Variable Reluctance
Machine (VRM)

Squirrel-cage
Rotor



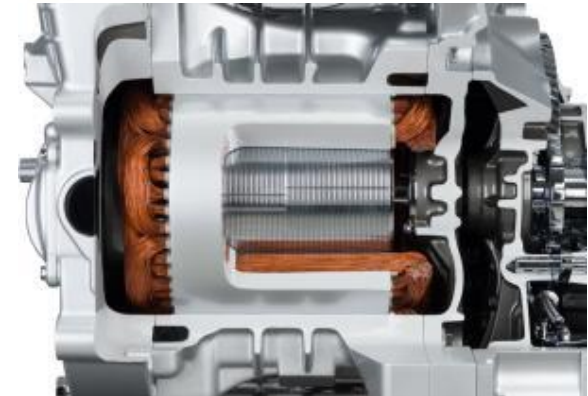
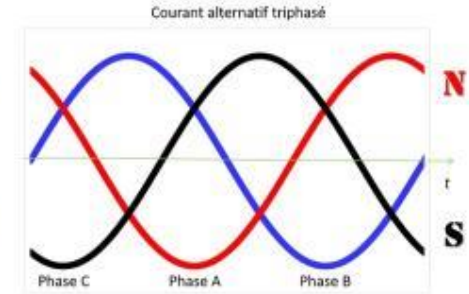
AC Induction
Machine
(ACIM)

A gauche: moteur à aimants permanents
Au milieu : moteur à rotor bobiné
A droite : moteur à induction

Pièces massives

(Moteur électrique)

- Les moteurs électriques s'articulent autour de deux parties :
 - le stator, une pièce fixe
 - le rotor, partie mobile en rotation
- Quel que soit le type de moteur, le stator est constitué de bobines de fils électriques en cuivre (entre 1.000 mètres et 2.000 mètres de bobinage) alimentées par un courant alternatif triphasé.
- Le stator est organisé en paires de pôles (pôle Nord et pôle Sud), en référence à un aimant. Chaque paire est constituée de deux bobines opposées et alimentées par la même phase.

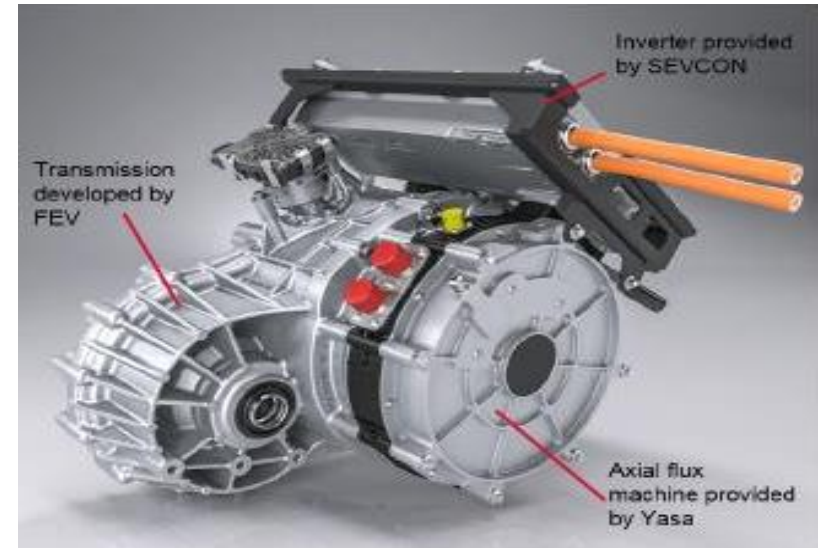


Rotor

Pièces massives

(Transmission)

- Les moteurs électriques ont une plage de régimes assez large, ils produisent beaucoup de couple à bas régime et sont suffisamment efficaces sur cette bande de régime. Pour cette raison, la plupart des véhicules électriques se contentent d'une transmission à une seule vitesse dotée d'un mécanisme de transmission permettant d'équilibrer toutes ces qualités de manière égale.
- Dans le cas de certains **véhicules hybrides** comme l'Audi A3 Sportback e-tron, le moteur électrique profite de la boîte de vitesses du moteur thermique en étant monté en sandwich entre le moteur thermique et la boîte de vitesses.

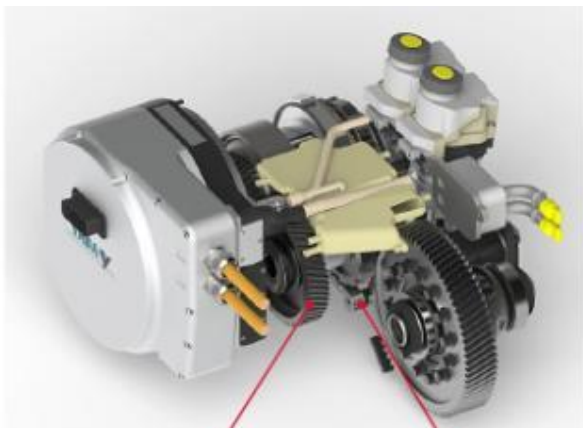


Unité d'entraînement électrique

Pièces massives

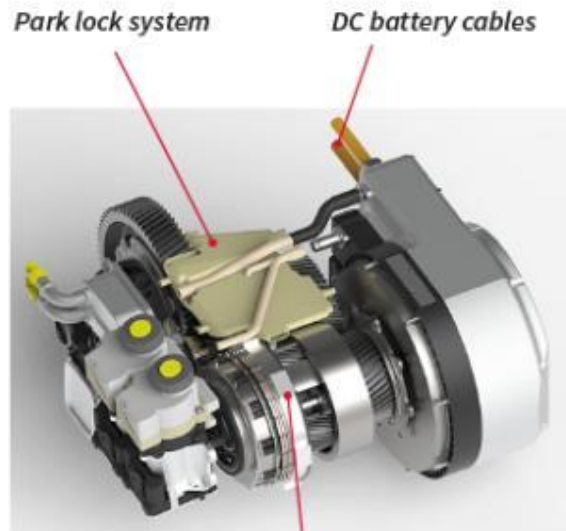
(Transmission)

- Une nouvelle transmission à deux vitesses pour véhicules électriques a récemment été mise au point. On espère améliorer l'efficacité du véhicule.



*Intermediate shaft with
park lock gear*

Park lock system



Park lock system

DC battery cables

*Planetary gearset
and brake assembly*

Vues internes de la transmission à 2 vitesses



Pièces massives

(Batterie)

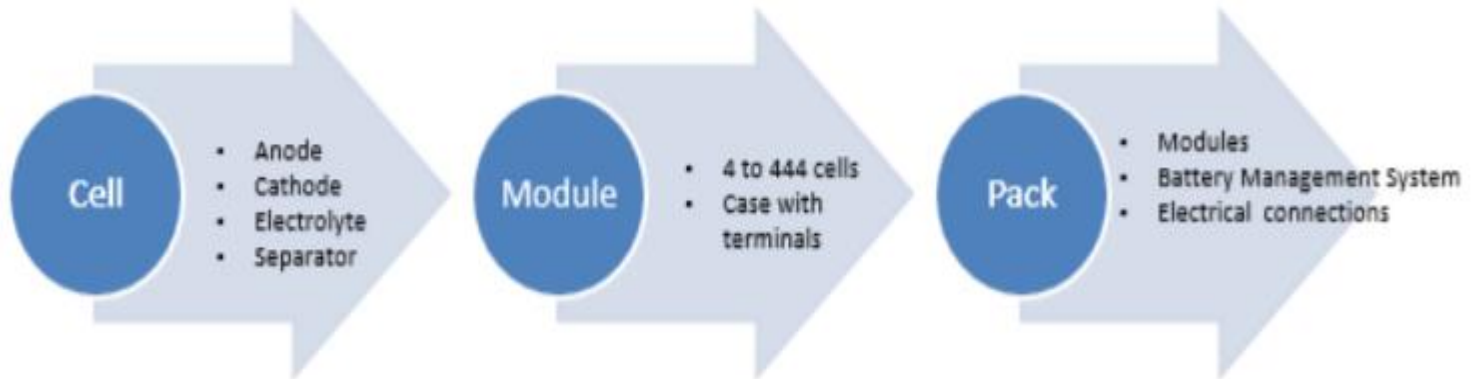
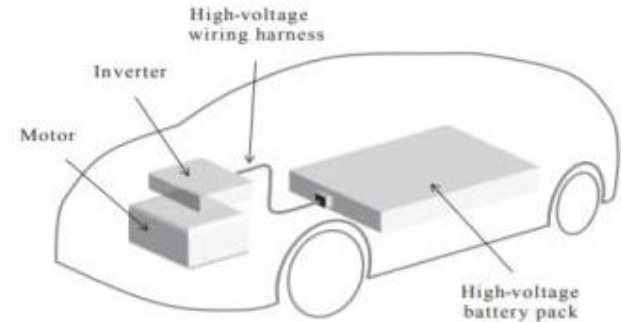
Decembre 2019

- Il existe différents types de batteries haute tension, la chimie étant le principal facteur distinct.
- En majorité, les batteries lithium-ion alimentent les véhicules électriques. Elle ont également une composition différente :
 - oxydes de métaux (par exemple, oxyde de manganèse et de lithium, LiMn_2O_2)
 - phosphates (par exemple, phosphate de fer et de lithium, LiFePO_4)
- La batterie est constituée de cellules électrochimiques, composées de trois parties principales : une cathode et une anode séparées physiquement mais connectées électriquement par un électrolyte.
- Plusieurs cellules dans un boîtier avec des terminaux attachés forment un module. Le nombre de cellules par module varie selon le fabricant et le type de cellule.

Pièces massives

(Batterie)

- Les packs de batterie sont la dernière étape de la production de batteries pour véhicules électriques. Les packs de batterie sont constitués de :
 - modules de batterie,
 - connections électriques,
 - et équipement de refroidissement

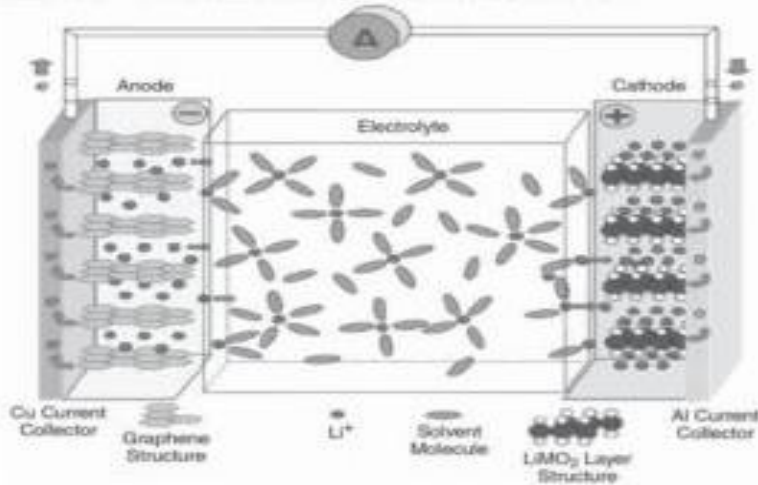


Pièces massives

(Batterie)

Decembre 2019

	Voltage	Capacité
Hybride	100V-200V	0,5 à 2 kWh
Hybride plug-in	100V-200V	4 à 20 kWh
Véhicule électrique	400V-800V	30 à 100 kWh ou plus



La structure d'une cellule de batterie lithium-ion



Exemple de pack de la batterie



Pièces massives

(Batterie)

Comparaison de la batterie des véhicules électriques

Voiture	Capacité	Autonomie (km)
Chevrolet Bolt EV	60 kWh	383
Tesla Model 3	80,5kWh	350 - 530
Tesla Model S	75 ou 100kWh	450 - 610
Audi e-tron	95 kWh	328
Renault Zoé II	52 kWh	390
BMW i3	42,2 kWh	260
Nissan LEAF e+	62 kWh	458



Pièces massives

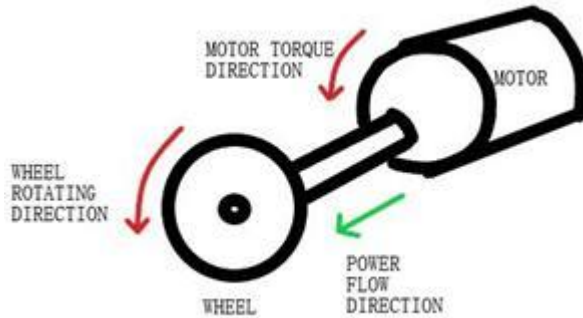
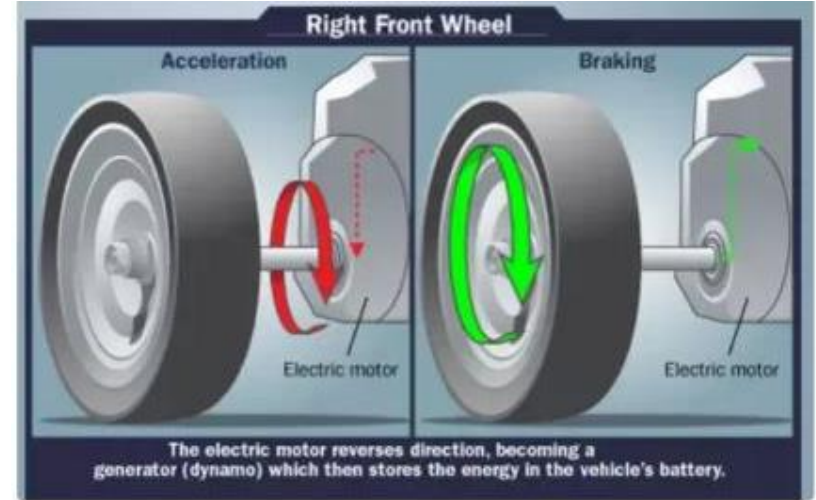
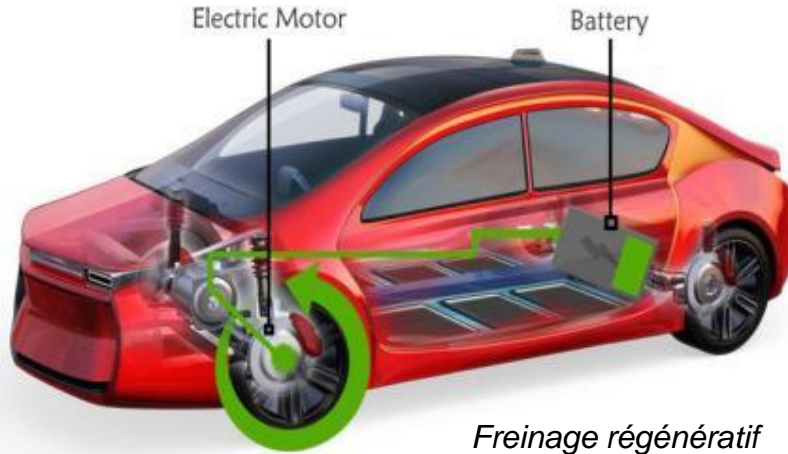
(Freinage régénératif)

- [Les systèmes de freinage](#) conventionnels avec disque et tambour freins utilisent la friction pour ralentir et arrêter les voitures modernes. Cependant, la plupart des véhicules hybrides et électriques utilisent des [freins régénératifs](#) en raison de l'avantage supplémentaire de recharger des batteries électriques.
- Les véhicules équipés de freins régénératifs assurent le freinage en entraînant le moteur en marche arrière.
- Lorsque le conducteur appuie sur la pédale de frein, le moteur électrique passe en mode marche arrière, ce qui le fait reculer. Cette opération non seulement ralentit les roues de la voiture, mais agit également comme un générateur électrique pour la voiture.
- Le mouvement inverse produit de l'électricité qui alimente la batterie de la voiture.
- Les véhicules hybrides et électriques sont également équipés de freins à friction qui servent de système de secours lorsque le freinage régénératif ne fournit pas assez de puissance pour arrêter le véhicule.
- Les circuits électroniques et l'ordinateur de bord de la voiture déterminent quand utiliser le système de freinage conventionnel à friction ou mettre le moteur en marche arrière.
- Les freins régénératifs fonctionnent mieux à des vitesses spécifiques, en particulier dans des situations de conduite «stop and go».

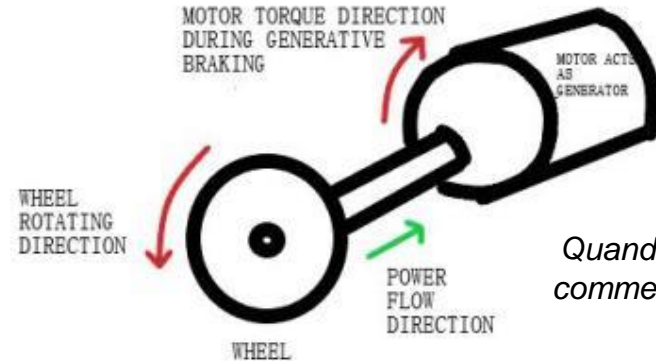
Pièces massives

(Freinage régénératif)

Decembre 2019



Mode moteur



Quand le moteur agit comme un générateur

Pièces massives

(Freinage régénératif)

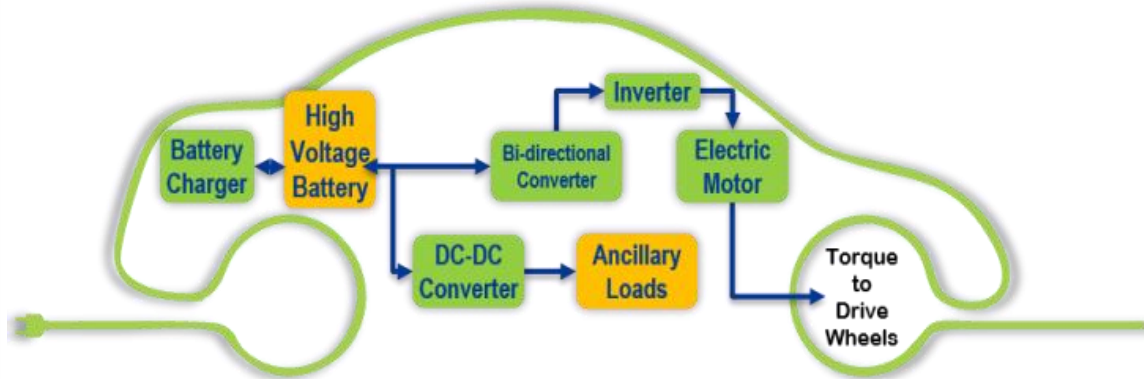
«New Wheel Concept » de Continental

- Plutôt que d'ajouter la technologie de freinage régénératif à un système de freinage à friction existant, [Continental](#) a mis au point une conception simplifiée du freinage régénératif qui réduit le poids et réduit les coûts d'entretien grâce à la durée de vie du disque de frein et au changement facile des plaquettes de frein. ([vidéo](#))
- De nombreuses pièces peuvent être fabriquées en aluminium plutôt qu'en acier, ce qui permet une plus grande résistance à la corrosion et un poids réduit.
- Ce système est basé sur une nouvelle division entre l'essieu et la roue. La roue est composée de deux parties - le porte-étoiles en aluminium qui est boulonné en permanence au moyeu de la roue, et le rebord qui est boulonné à l'étoile. Le frein de roue est fixé au porte-roue de l'essieu et s'engage de l'intérieur avec un disque de frein annulaire en aluminium, lui-même boulonné à l'étoile du support.
- Continental déclare que le frein à friction ne serait utilisé que dans des situations de freinage intensif, tel qu'un arrêt d'urgence, tandis que le freinage par récupération serait la principale source de puissance de freinage.

Electrique, électronique

(Electronique de puissance)

- L'électronique de puissance a pour rôle de transformer le courant continu à haute tension de la batterie en courant alternatif indispensable à l'alimentation à l'aide d'un onduleur.
- L'électronique de puissance est responsable de l'interaction entre la batterie et le moteur électrique.



Architecture électrique de base du VE



Module électronique de puissance Audi

Electrique, électronique

(Electronique de puissance)

- Le module de contrôle de l'électronique de puissance comporte plusieurs sous-systèmes, chacun étant responsable d'une fonction de contrôle.
- Lorsque le véhicule est chargé à partir d'un réseau électrique domestique (par exemple 220 V), le **redresseur** convertit le courant alternatif (CA) en courant continu (CC), qui est alimenté dans la batterie haute tension.
- Le **convertisseur de tension** est responsable de l'abaissement de la haute tension (par exemple 400 V) sur le réseau basse tension (12 V).
- **L'onduleur** convertit le courant continu (CC) d'une batterie Li-ion en courant alternatif (CA) nécessaire au fonctionnement du moteur électrique.



- 1 REDRESSEUR / RECTIFIER
- 2 CONVERTISSEUR DE TENSION / DC-DC CONVERTER
- 3 FILTRE D'ENTRÉE / INPUT FILTER
- 4 ONDULEUR / INVERTER

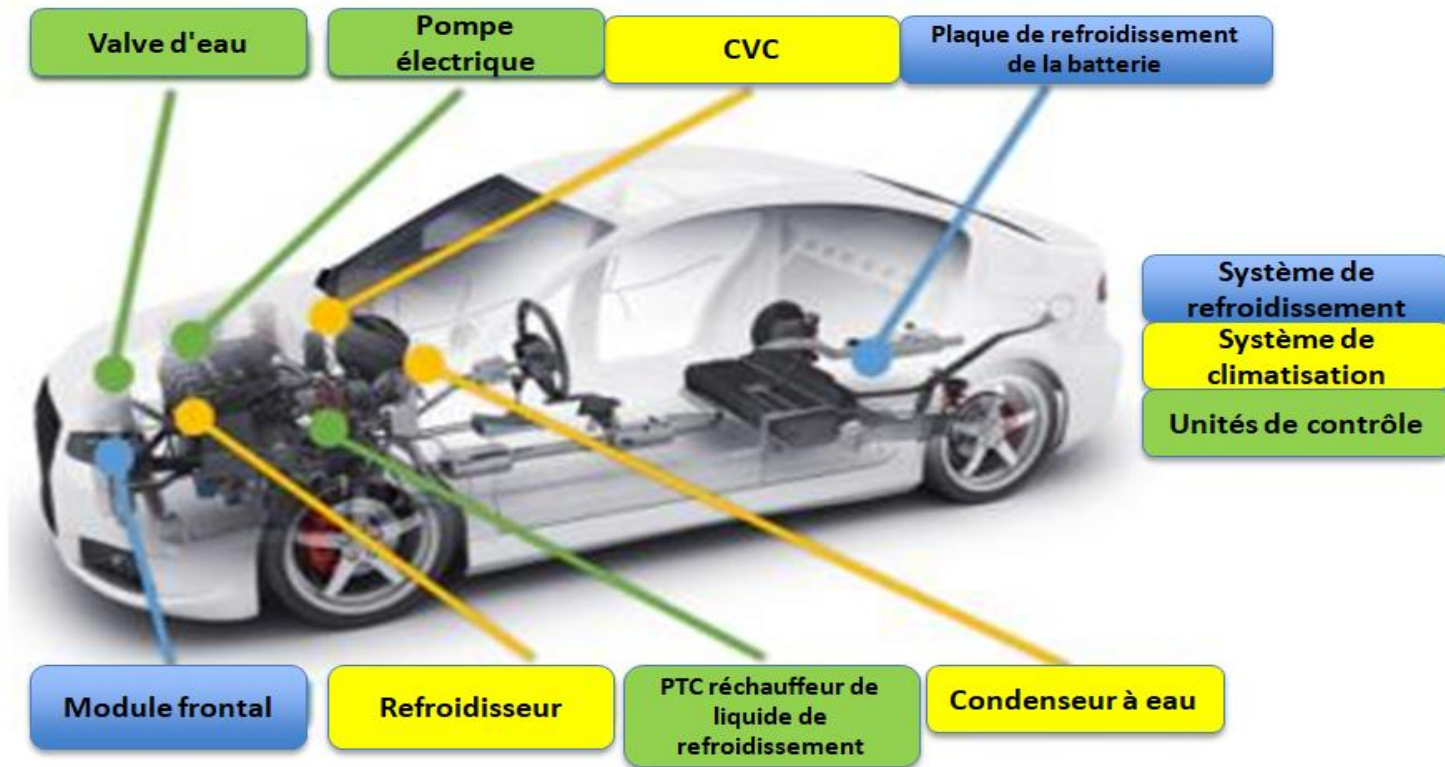
Électronique de puissance de Renault Zoe



Pièces fluidiques

- Les systèmes de refroidissement sont très complexes avec de multiples circuits de refroidissement, des vannes d'inversion, des vannes unidirectionnelles, des refroidisseurs, des réchauffeurs, des pompes et des dizaines de tuyaux. Les véhicules hybrides rechargeables (plug-in) possèdent les systèmes les plus complexes, suivis des véhicules hybrides, puis électriques.
- Les plus importants sont :
 - système de refroidissement de la batterie
 - système de refroidissement du moteur
 - système de refroidissement de l'électronique de puissance
- Les méthodes de refroidissement les plus utilisées sont:
 - Refroidissement à l'air
 - Refroidissement à l'huile
 - Refroidissement à l'eau
 - Nouvelles méthodes: refroidissement par réfrigérant

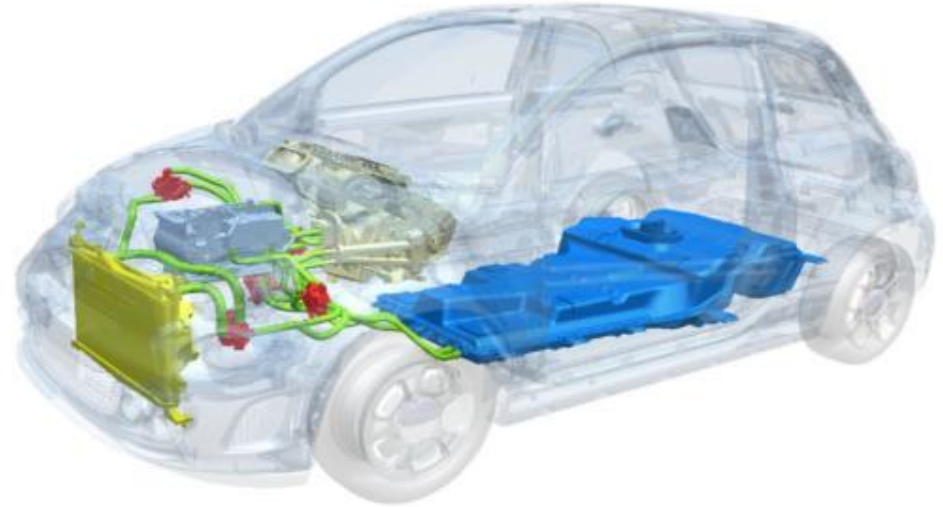
Pièces fluidiques



Systeme de gestion thermique en VE

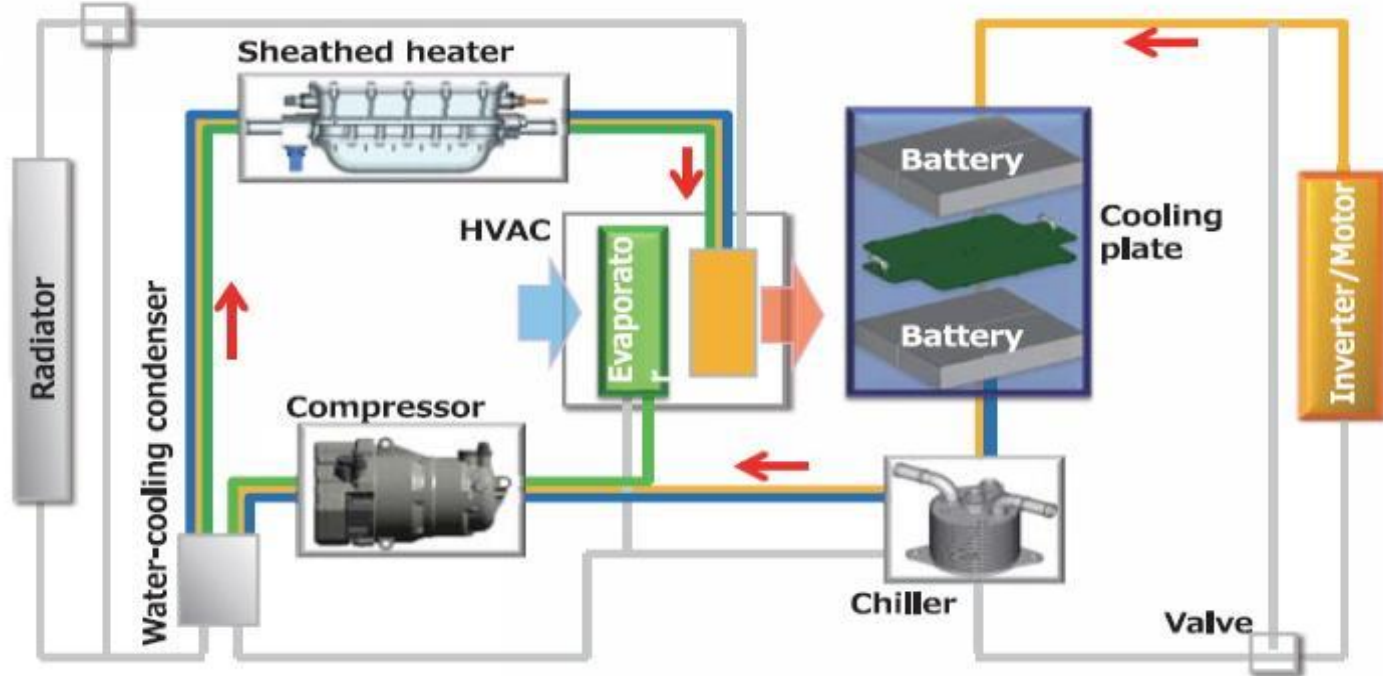
Pièces fluidiques

Decembre 2019



Composants de systèmes de refroidissement trouvés dans de nombreux «HEV, PHEV et BEV»

Pièces fluidiques



Système de gestion thermique pour véhicules électriques

Pièces de tôlerie, fils

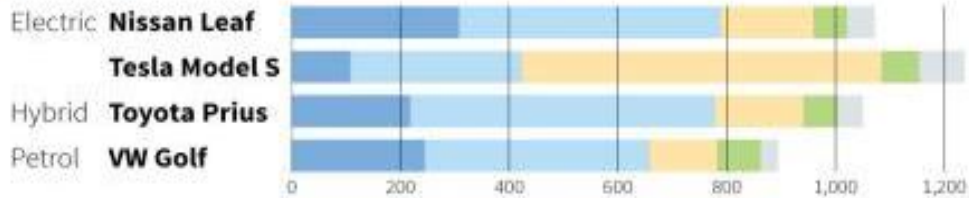
(Articles métalliques)

- Il y a 2 choses très importantes pour VE: augmenter les performances de la batterie et réduire le poids total du véhicule. C'est pourquoi de nouveaux matériaux légers sont utilisés.
- VE utilise par exemple plus d'aluminium (métal de choix pour la carrosserie de la voiture) et plus de cuivre (dans le moteur, le câblage en cuivre, la batterie, etc.) que les voitures MCI. Les autres métaux légers utilisés dans les VE sont : le magnésium, la fibre de carbone, les composites aluminium / aluminium, le titane, la fibre de verre, l'acier à haute résistance, etc.

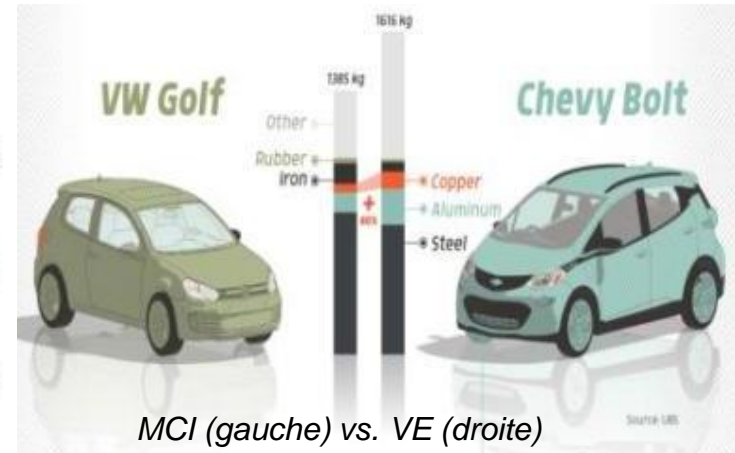
TYPES OF METAL USED

By weight, kilogrammes

● Steel ● High-strength + special bar steel ● Aluminium ● Cast Iron ● Others



Métaux utilisés dans les véhicules





Pièces de tôlerie, fils

(Découpage-emboutissage)

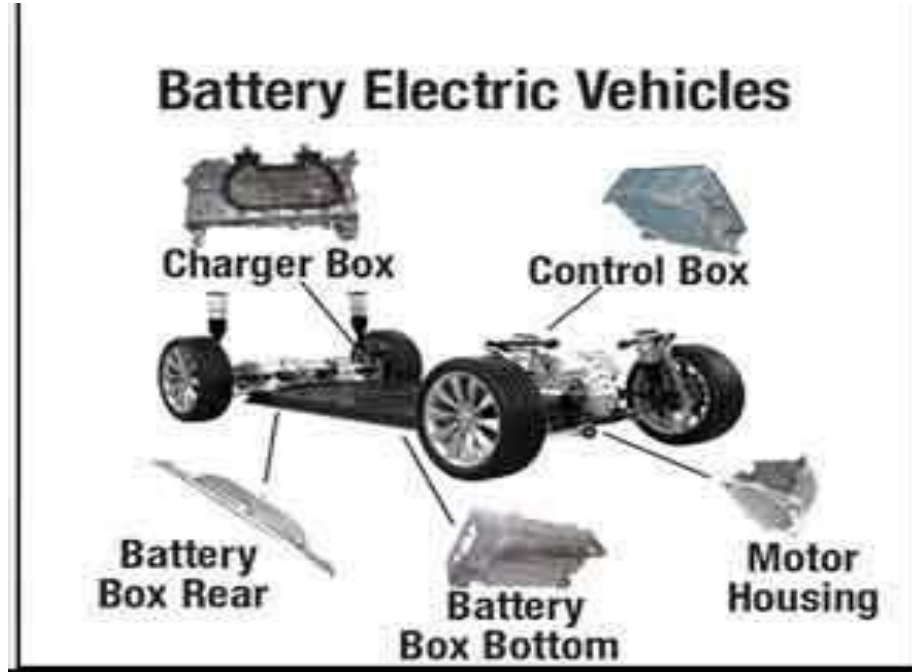
Decembre 2019

- Avec le développement des véhicules électriques, des nouvelles opportunités de marché s'offriront aux [emboutisseurs](#). Certains changements importants d'emboutissage se produiront dans l'architecture du véhicule (par exemple une porte intérieure en aluminium léger soudée au laser).
- Même si la carrosserie de la voiture reste la même, le soubassement change radicalement en fonction de l'emballage de la batterie. Par exemple, l'emballage de la batterie dans ou près du coffre (voiture hybride) est une architecture complètement différente de celle consistant à utiliser l'ensemble de la plate-forme de soubassement pour le boîtier de batterie (VE).
- Ce qui retient le plus l'attention, c'est le boîtier de la batterie - Le fournisseur des assemblages composés principalement d'aluminium et de magnésium fabrique le boîtier de chargeur, le boîtier de commande, le boîtier de batterie arrière, le fond du boîtier de batterie, le carter de moteur, etc.
- Il y aura également une plus grande demande d'estampage des matériaux de laminage ultra-fins de 0,20 mm nécessaires aux moteurs de véhicules électriques.
- Deux facteurs peuvent s'égaliser : moins de complexité dans les véhicules électriques par rapport à une plus grande demande d'unités auxiliaires telles que des stations de charge, des pièces de bloc-batterie, des composants de soubassement, etc.

Pièces de tôlerie, fils

(Découpage-emboutissage)

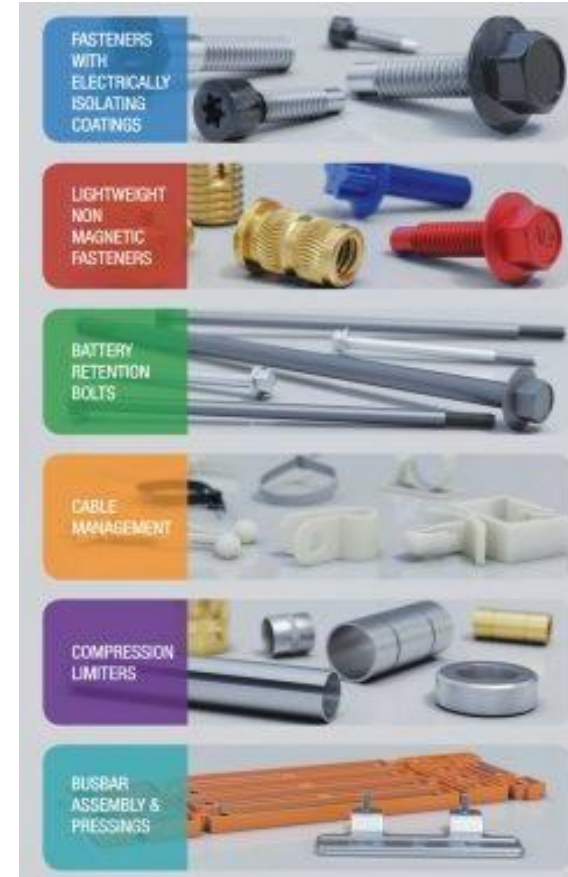
Découpage-emboutissage



La société [Shiloh](#) a découvert des opportunités de marché pour les pièces embouties et les assemblages dans les véhicules électriques, notamment les boîtiers et les supports de batterie.

Fixations

- Avec l'introduction du VE, les équipements traditionnels utilisés pour les véhicules MCI disparaîtront. Les fabricants doivent essayer d'intercepter les nouveaux besoins et les nouveaux produits au moyen de processus similaires à ceux en vigueur ou de se diversifier dans de nouveaux procédés / technologies.
- De nos jours, la prévalence est liée à d'autres caractéristiques extrêmement importantes telles que la réduction de poids, la géométrie et les traitements de surface.
- Le poids étant la principale préoccupation des véhicules électriques, les sociétés qui fabriquent des éléments de fixation pour la mobilité électrique et les autres membres de la chaîne d'approvisionnement cherchent en permanence des moyens de réaliser des gains en matière d'allègement, en s'inspirant d'industries telles que l'aérospatiale (utilisation de plastique renforcé par fibres de carbone au lieu de l'aluminium traditionnel).



Fixations

- La gamme de [produits spéciaux](#) comprend un certain nombre de pièces particulièrement utiles pour l'assemblage de la batterie, telles que :
 - éléments de fixation avec des revêtements électriquement isolants,
 - fixations légères non magnétiques,
 - boulons de retenue de la batterie,
 - matériel de gestion des câbles,
 - limiteurs de compression, etc.
- Les [technologies de soudage au laser](#) sont souvent utilisées comme méthodes de jonction pour les batteries – Elles fournissent la précision nécessaire pour [souder](#) dans des endroits restreints et autour d'autres composants.

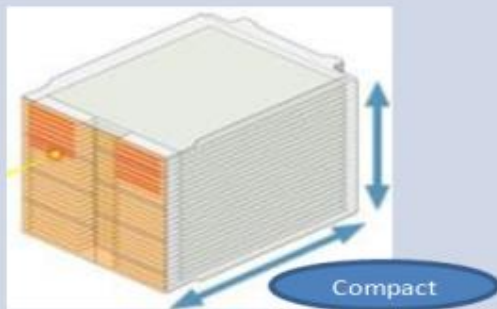


Soudage au laser

Fixations

Nissan Leaf e+ (Nouveau module)

Soudage par laser



Nombre de cellules flexible



Nissan Leaf ancien (Module de 8 piles)

Connecté par connecteurs



Module de 8 piles

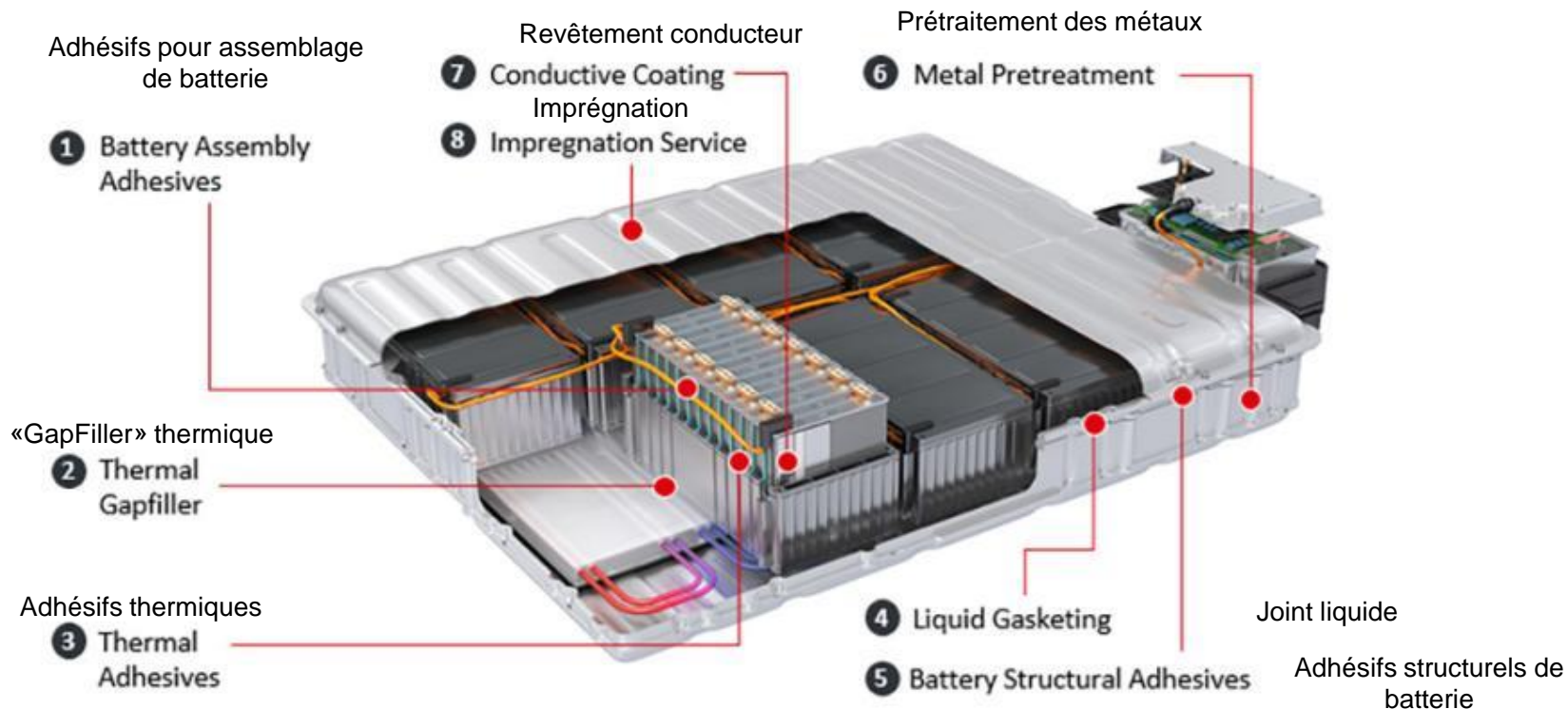




Traitements de surface

- Outre le revêtement conventionnel, il existe un besoin particulier de [revêtement fonctionnel](#) dans un VE.
- Les batteries lithium-ion fréquemment utilisées dans ces véhicules nécessitent de nombreuses couches de revêtements - environ 20 fois plus que la carrosserie extérieure d'une voiture.
- Sauf la résistance à la corrosion, etc., les revêtements fonctionnels peuvent avoir des avantages supplémentaires. Par exemple, les revêtements utilisés dans les batteries permettront d'utiliser des matériaux plus légers tout en augmentant la conductivité et en prolongeant la durée de vie de la batterie.
- Des revêtements sont utilisés pour les cellules de batterie, les composants de conversion de puissance, le système d'entraînement électrique et les packs de batterie.
- [Revêtements fonctionnels](#) : revêtements résistants aux flammes, revêtements diélectriques, revêtements magnétiques, etc.
- Aspect environnemental: revêtements non toxiques - La société PPG a mis au point un nouveau revêtement pour batterie de véhicule électrique qui améliore la durabilité des véhicules électriques en supprimant l'utilisation de solvants dangereux NMP (N-méthyl-2-pyrrolidone).

Traitements de surface



[En 2019, la société Henkel lance de nouveaux matériaux pour les batteries de véhicules électriques](#)



Traitements de surface

Decembre 2019

- Le [Zircotec Group](#) a mis au point un nouveau revêtement céramique conducteur qui permet aux constructeurs de véhicules d'utiliser des boîtiers composites en carbone ou en plastique pour les véhicules hybrides et électriques. Le revêtement surmonte l'incapacité du composite à isoler la batterie des champs électromagnétiques et des interférences de radiofréquences (RFI), ce qui empêchait traditionnellement l'adoption du matériau dans cette application. Il supprime le besoin de carters de métaux lourds, permettant une réduction significative du poids du véhicule.
- Les composants électroniques doivent être protégés des perturbations causées par les ondes électromagnétiques (encastrement de composants électriques dans des boîtiers en métal conducteur). Des scientifiques de [Freudenberg](#) sont sur le point de fournir un blindage avec des boîtiers en plastique. A l'avenir, ils pourraient remplacer en partie les versions en aluminium qui dominaient le marché jusqu'à présent. Ils développent des procédés permettant d'équiper les plastiques ou des produits non tissés de revêtements conducteurs. Les premiers tests en laboratoire montrent d'excellentes valeurs pour le blindage électromagnétique: jusqu'à 99,999999%.



Conclusion

- Le développement des véhicules électriques continue.
- En 2020, de nouveaux modèles arriveront sur le marché :
 - Peugeot e-208
 - Mazda MX-30
 - BMW i4
 - Ford Mustang Mach-E
 - Mini Electric
 - Honda e
 - Volkswagen ID.3
 - Seat El-Born
 - Tesla Model Y
 - Audi e-tron GT
 - Skoda Vision E
- Avec le développement de nouvelles voitures électriques, le développement de nouvelles technologies, de nouveaux matériaux, de nouveaux procédés de fabrication, une nouvelle chimie, etc. seront essentiels.

Nota: des tableaux détaillés sur les pièces qui changent ont été fournis dans les dossiers 01 à 06, mais ils sont trop volumineux pour trouver place dans la synthèse. Il reste possible de s'y reporter

Merci de votre attention

Dossier rédigé et présenté par [HMRExpert](#)

Contact : Jean-Marc BELOT - sqr@cetim.fr - 03 44 67 36 82





Dossier de veille
rédigé par

[HMReexpert](#)

Contact : Jean-Marc BELOT - sqr@cetim.fr - 03 44 67 36 82