

Secteur : **Métiers de l'Automobile**

Manuel de cours

M107: MAITRISER LES SYSTEME DES VEHICULES HYBRIDES

2ème Année

Filière :

Diagnostic et
électronique
embarquée
automobile



Remerciements

La DRIF remercie les personnes qui ont contribué à l'élaboration du présent document :

Équipe de conception:

Mustapha BAIJI, *Directeur Centre de Développement des Compétences REM*
ZIRARI TAOUFIK, *Formateur Animateur*
Toufik EL HASSOUNI , *Formateur Animateur*
Nour Eddin EL AOUCATI, *Formateur Animateur*
CHACHOUAI AMINE, *Formateur*
MOUSTAGHFIR ABDELKABIR, *Formateur*

Équipe de Lecture et Validation :

EL HAJJI SOLTANI SOUFIANE, *Formateur*
EL MERBAH YOUNES, *Formateur*
MHAININA ANAS, *Formateur*
HILMI HASSAN, *Formateur*
BENTAHER HAKIM, *Formateur*
AYOUB MOUNIR, *Formateur*

Les utilisateurs de ce document sont invités à communiquer à la DRIF et au CDC Métiers De L'Automobile toutes les remarques et suggestions afin de les prendre en considération pour l'enrichissement et l'amélioration de ce module.

Présentation



Dans ce module les stagiaires sont appelé à connaitre les nouvelles technologies des véhicules hybrides et électrique ainsi que leurs principes de fonctionnement.

il est nécessaire de souligner que l'entretien de ce genre de véhicules a un aspect particulier par rapport aux véhicules classiques , cette particularité réside dans le fait que la tension moyennes ou élevé gérant les systèmes de propulsion électriques nécessitent un traitement sécuritaires basé principalement sur le respects des mesures de sécurité pour pouvoir neutraliser la moyenne ou la haute tension avant chaque intervention

COMPETENCE 17 : MAITRISER LES SYSTEME DES VEHICULES HYBRIDES	
MODULE 207 : VEHICULES ELECTRIQUES ET HYBRIDES	
Code de la compétence : 17	Durée : 70 H
Contexte de réalisation	Critères généraux de performance
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Individuellement ▪ À partir : <ul style="list-style-type: none"> - Des cours d'électronique et d'automatisme - De supports multimédias. - Des outils graphiques appropriés. - De consignes, directives et instruction. - De supports de cours. - De la documentation technique. - De situations simulées - D'instruction, d'ordre ou de bon de travail pour l'entretien et la remise en état des composantes mécaniques - De la méthode de travail ou consigne du constructeur. ▪ A l'aide : <ul style="list-style-type: none"> - De composants électroniques. - De matériels didactiques adaptés ou d'un véhicule électrique ou hybride - Des documents techniques. - D'un poste informatique et logiciels - D'appareil de mesure. - D'une méthode de travail - Des connaissances en sécurité électrique. - D'équipement de protection individuelle. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Respect des règles de santé et de sécurité. ▪ Application correcte des procédures et méthodes de travail ▪ Respect l'utilisation des outils spécial au véhicules hybrides ▪ Installation conforme au plan, au devis, au schéma fonctionnel et d'instrumentation ainsi qu'aux instructions du fabricant. ▪ Respect de la séquence des étapes de la technique d'exécution ▪ Respect des délais d'exécution, du temps alloué
Éléments de la compétence	Critères particuliers de performance
A. Connaître les véhicules électriques et hybrides	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identification correcte des structures des véhicules électriques et hybrides ▪ Identification correcte des moteurs électriques ▪ Classification correcte des véhicules hybrides
B. Assurer la sécurité lors des travaux sur des véhicules électriques hybrides	Connaissances parfaite des : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Certification sectorielle ▪ Procédures De Travail ▪ Les équipements de protection a utilisé ▪ D'outillage compatible au véhicule hybride ▪ L'application de la sécurité électrique
C. Décrire le mode de fonctionnement du véhicule hybride	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maîtrise complète des différents composants et circuits de haute tension et leur fonctionnement ▪ Maitrise complète de combinaison entre moteur thermique et moteur électrique
D. Etudier les types des véhicules électriques et hybrides	<ul style="list-style-type: none"> ▪ distinguer les véhicules électriques et hybrides
E. Étudier la récupération au freinage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identification correcte du Freinage régénératif d'un véhicule hybride au électrique ▪ Maitrise complète de la régénération d'énergie
F. Intervenir sur un véhicule hybride ou électrique.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérification minutieuse de l'anomalie. ▪ Détermination correcte des problèmes de fonctionnement et de leurs causes. ▪ Identification correcte des composantes défectueuses. ▪ Pertinence des corrections apportées et des pièces remplacées. ▪ Application correcte des règles de santé et de sécurité.

1-Connaitre les véhicules hybrides

1-Définition d'un véhicule électrique

La voiture électrique possède un ou plusieurs moteurs électriques, alimentés par des batteries, et se recharge chez soi ou à l'extérieur via une borne spéciale (dans la rue, des parkings, des stations-service)

2-Définition d'un véhicule électrique hybride

On appelle véhicules hybrides les véhicules qui fonctionnent au moyen de plusieurs sources d'énergie différentes

Un HEV utilise deux sources d'énergie en même temps. En plus de la source d'énergie traditionnelle, le moteur à combustion interne, il utilise un moteur électrique pour générer la puissance de fonctionnement. Les véhicules existants envoient généralement l'énergie du moteur thermique de la transmission aux roues, mais le HEV est équipé d'un moteur électrique (source d'alimentation supplémentaire) et d'une batterie haute capacité pour soutenir le moteur électrique



3-Historique

Les premiers prototypes de véhicules électriques ont fait leur apparition aux alentours des années 1830. Comme c'est le cas pour de nombreuses inventions, les historiens ne parviennent pas à définir avec exactitude la date et l'identité de l'inventeur de la voiture électrique. C'est en effet un sujet qui porte à débat, néanmoins nous pouvons donner le mérite à plusieurs personnes

-Tout d'abord, Robert Anderson, un homme d'affaires écossais, a mis au point une sorte de carriole électrique en 1830, fonctionnant grâce à huit électro-aimants alimentés par des piles non-rechargeables.

-Puis, vers 1835, l'américain Thomas Davenport conçoit le premier moteur électrique utilisable industriellement et crée une petite locomotive électrique

-En 1859, le français Gaston Planté invente la première batterie rechargeable au plomb acide, qui sera améliorée en 1881 par l'électro-chimiste Camille Faure.

-En 1891, l'américain William Morrison construit la première vraie voiture électrique

-En 1897, on peut apercevoir les premiers taxis électriques dans les rues de New York.

-En 1899 en Belgique, une société construite « La Jamais Contente » la première auto électrique à dépasser les 100 km/h (elle atteindra les 105 km/h).

-En 1972, Victor Wouk le parain du véhicule hybride construit la première voiture hybride, la Buick Skylark de General Motors (GM).

-En 1997, Toyota lance la Prius, la première voiture hybride à être commercialisée en série. 18 000 exemplaires seront vendus au Japon la première année.

-En 2009, Renault produit sa première voiture électrique, la Fluence ZE, basée sur la Renault Mégane III.

-En 2012, Tesla sort la berline sport Model S. Puis suivront le SUV Model X (2015), et la berline familiale Model 3 (2017).



4-Problématique

1-Diminution des réserves de pétrole

L'épuisement des ressources : selon l'institut mondial des ressources, (étude faite en 2021 et sans compter les demandes de plus en plus accrues des pays) il reste à peu près :

- 40 ans des ressources pétrolières
- 58 ans de gaz naturel



2-Pollution atmosphérique

La pollution de l'air par les gaz d'échappement représente 23% En effet malgré les efforts à réduire les gaz polluants mais le pourcentage mondial a atteint un niveau alarmant (changements climatiques, les inondations, la sécheresse, les cyclones, les maladies ...)

Selon l'OMS les gaz d'échappement diesel causent le cancer (OMS=Organisation Mondiale de la Santé)

D'autre part, et vu les technologies utilisées pour réduire les émissions polluantes, les systèmes dans l'automobile deviennent de plus en plus compliqués, difficiles à maintenir et coûteux

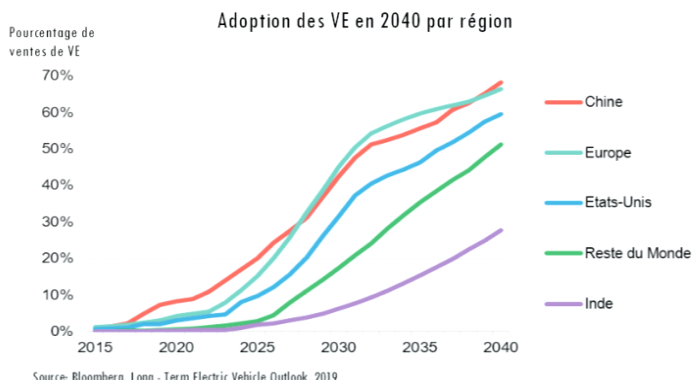


Les voitures électriques sont des véhicules écologiques qui ne rejettent de polluants dans l'atmosphère quand elles roulent. Pas de NOx, particules fines, hydrocarbures imbrûlés et autre monoxyde de carbone, souvent incriminés pour leurs impacts sur la santé. Il reste toutefois quelques émissions de particules venant des pneus et des freins, émises par tous les véhicules.

Passer au véhicule électrique présente donc un bénéfice immédiat pour la qualité de l'air dans les villes et à proximité des routes.

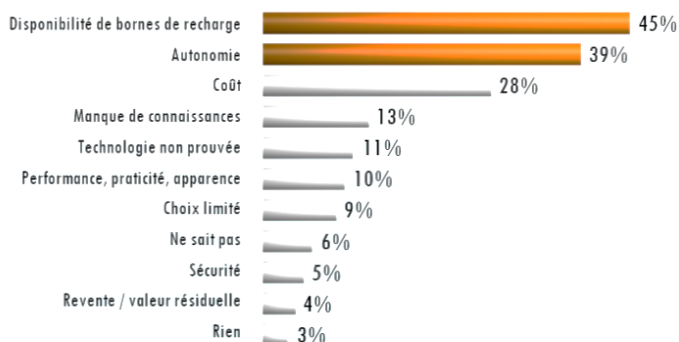
Perspectives mondiales

Part globale des VE jusqu'à 2040



Comme c'est toujours le cas face à une nouvelle technologie, de nombreux clients peuvent avoir des doutes

Raisons pour lesquelles on ne souhaite pas acheter un VE



5-Moteur électrique ou hybride comparaison de consommation et du rendement

1-Comparatif des consommations

Type de parcours	Véhicule électrique (Consommation électrique)	Véhicule hybride (avec motorisation essence) (Consommation électrique et essence)
Milieu urbain	18 kWh/100 km	16,2 kwh/100 km – 0,68 l/100 km
Conso. - coût	2,62 €/100 km	3,45 €/km
Milieu mixte	25 kWh/100 km	13,75 kwh/100 km – 2,74 l/100 km
Conso. - coût	3,65 €/100 km	4,38 €/km

2-Comparatif du rendement

La combinaison des motorisations sur les hybrides permet d'optimiser leur fonctionnement, grâce à une gestion électronique pointue.

Malgré tout, le rendement exceptionnel du moteur électrique permet de développer un couple maximal sur toute sa plage de régime, sans utilisation de boîte de vitesses le rendant très efficace, contrairement au moteur thermique de la voiture hybride,

Le couple délivré par le moteur thermique augmente au fur et à mesure que le régime moteur augmente, tandis que le moteur électrique délivre un couple maximal dès le démarrage. Ce couple reste très élevé à faible vitesse et diminue au fur et à mesure que la vitesse de rotation augmente. Concrètement, cela induit plus de puissance au démarrage et lors des reprises. Du fait de ce fonctionnement particulier, la voiture électrique n'a pas besoin d'une boîte de vitesse

Un moteur électrique est aussi plus efficace qu'un moteur thermique. En effet, le rendement du moteur électriques se situe en général autour de 80%, tandis que celui d'un moteur thermique oscille entre 20 et 30%.

6-Elements pour connaitre un véhicule un véhicule hybride ou électrique

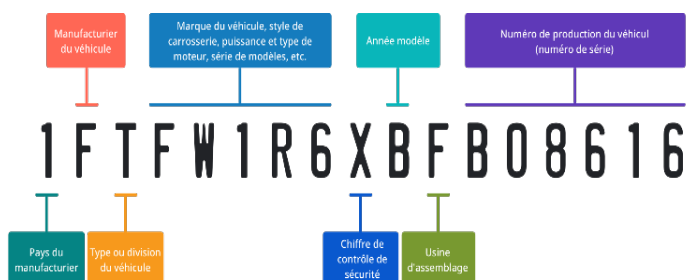
1-Désignation commerciale (inscriptions sur le véhicule)



2-Autocollants et repères de la haute tension



3-Numéro d'identification véhicule VIN NIV



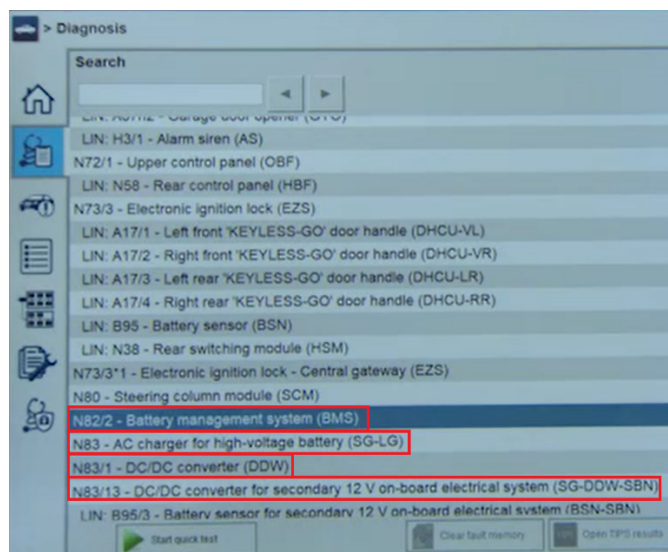
4-Câbles et connecteurs haute tension de couleurs orange vif



5-Attestation d'immatriculation (carte grise)

اسم الصانع الصنف النوع رقم التسجيل نوع المحرك رقم الإطارات عدد المقاعد الوزن الإجمالي الوزن الإجمالي مع المحرور P.T.M.C.T.	القيود Restrictions Type de l'imprimé Opération et date d'opération N° de série
Marque Type Genre Modèle Type carburant N° du chassis Nombre de cylindres Puissance fiscale Nombre de places P.T.A.C Poids à vide P.T.M.C.T.	المعلقة المغربية ROYAUME DU MAROC رقم التسجيل الترخيص السابق أول شروع في الاستخدام أول استخدام بالمغرب تحويل تاريخ نوع الاستعمال المالك العنوان نهاية الصلاحية
بطاقة رسمية CARTE GRISE Numéro D'immatriculation Immatriculation antérieure 1 ère M.C M.C au Maroc Mutation le Usage Propriétaire Adresse Fin de validité	

6-Identification avec l'appareil de diagnostic



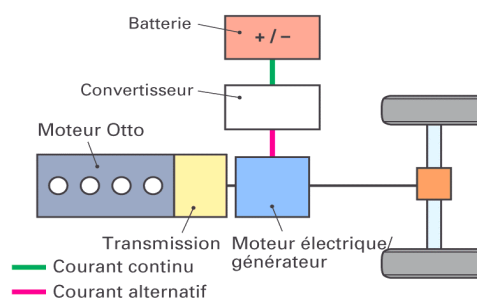
2-Les types des véhicules électriques et hybrides

1-HEV Véhicule électrique hybride

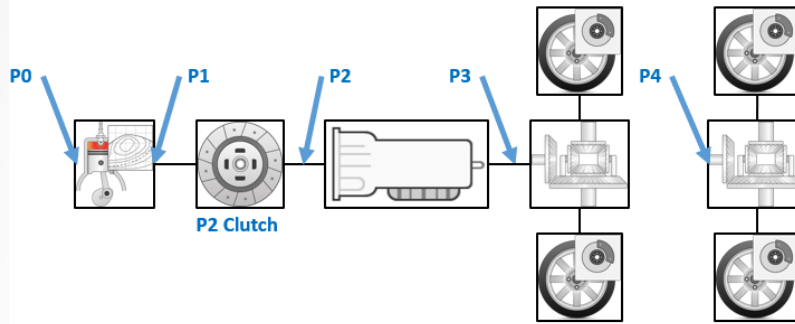
- Utilise à la fois un moteur thermique et un moteur électrique comme sources d'alimentation.
- Avec un moteur de véhicule électrique (EV), l'énergie électrique DC stockée dans la batterie haute tension est convertie par l'onduleur en énergie AC pour faire tourner le moteur électrique.
- La batterie haute tension est chargée par le moteur électrique d'entraînement haute tension ou la génération d'alimentation HSG.
- En mode EV, la distance maximale pouvant être parcourue est proportionnelle à la capacité de la batterie.
- Le freinage régénératif peut permettre de charger la batterie haute tension.

1-Hybride parallèle

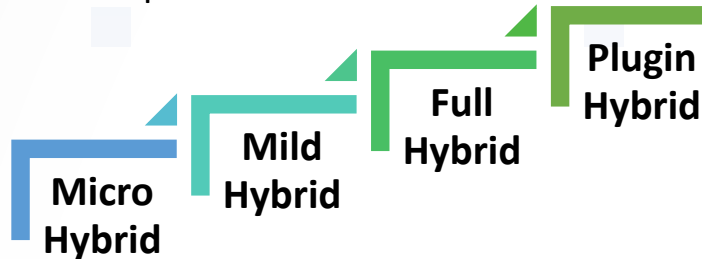
L'entraînement est assuré soit par un moteur à combustion, soit par un moteur électrique ou par les deux. Le moteur électrique est alimenté par une batterie qui sera rechargée par ce même moteur fonctionnant comme un générateur lors des freinages ou lorsqu'il est entraîné par le moteur thermique



A-Classification Hybride parallèle selon la disposition de la machine électrique



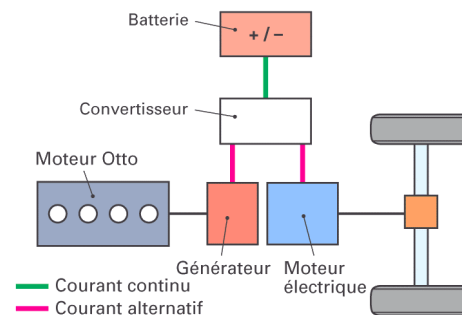
B-Classification Hybride parallèle selon la puissance



Micro-Hybrids P0	P = 3 a 5KW U = 12V	-Stop-Start -Mode générateur
Mild-Hybrids P1	P= 10 a 150KW U= 42 a 150V	-Stop-Start -Mode générateur -Mode récupération -Mode d'accélération (boost)
Full-Hybrids P2/P3/P4/P5	P= 30 a 170KW U= 150 à 650V	-Stop-Start -Mode générateur -Mode récupération -Mode d'accélération (boost) -Mode électrique
Plugin-Hybrids P2/P3/P4/P5	P= 30 a 170KW U= 150 à 650V	-Stop-Start -Mode générateur -Mode récupération -Mode d'accélération (boost) -Mode électrique -Rechargeable

2 Hybride série

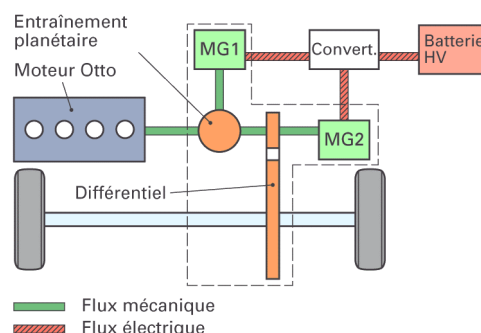
L'entraînement se fait au moyen d'un moteur électrique, le moteur à combustion servant à actionner un générateur. L'énergie électrique ainsi produite est transformée en force motrice par un moteur électrique. L'énergie électrique supplémentaire produite est stockée dans des batteries et peut être utilisée en cas de besoin. Un convertisseur transforme le courant alternatif produit par le générateur en courant continu qui peut être stocké dans la batterie. Le convertisseur transforme le courant continu en courant alternatif pour faire fonctionner le moteur électrique



3 Hybride mixte

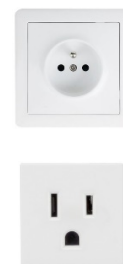
Le système série/parallèle est la combinaison du moteur électrique et thermique permettant la rotation des roues en rendant de l'électricité à la recharge de la batterie par l'intermédiaire du générateur. Ce système a l'avantage de pouvoir sélectionner les moteurs soit électrique soit thermique ainsi qu'une recharge permanente des batteries. Il est composé d'un moteur

électrique, d'un moteur thermique, un générateur, un répartiteur d'énergie, d'un module de commande l'alimentation (inverseur/convertisseur). Le répartiteur, permet de faire fonctionner le moteur électrique ainsi que de produire de l'électricité pour recharger les batteries, ceci tout en essayant d'obtenir le meilleur rendement possible en fonction des conduites (ville, route...)



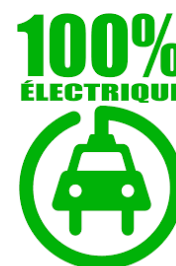
2-PHEV (véhicule électrique hybride rechargeable)

La disposition des moteurs thermiques et des moteurs électriques est similaire à celle d'un modèle HEV. Les caractéristiques de conduite sont également similaires à celles d'un modèle HEV. La distance maximale pouvant être parcourue avec le moteur électrique est plus longue qu'avec un HEV du fait de la plus grande capacité de la batterie haute tension. L'une des différences majeures par rapport à un modèle HEV est que la batterie haute tension peut être chargée grâce à une source d'alimentation externe. Contrairement à un modèle EV, la batterie PHEV peut être chargée à l'aide d'un chargement normal. Le freinage régénératif peut permettre de charger la batterie haute tension.



3-EV (véhicule électrique)

Utilise uniquement des moteurs électriques comme source d'alimentation. La distance de conduite maximale est proportionnelle à la capacité de stockage de la batterie. La capacité de stockage de la batterie est plus élevée que pour les modèles HEV et PHEV. Il est possible de charger la batterie haute tension depuis l'extérieur du véhicule. Utilise deux types de mode de chargement : charge rapide et charge normale. Le freinage régénératif peut permettre de charger la batterie haute tension. Équipé d'un système de chauffage distinct car il ne possède pas de moteur thermique.



4-EREV

Un véhicule électrique à autonomie étendue (EREV) vous permettra de continuer à fonctionner, vous permettant de couvrir plus de terrain par procuration un EREV fonctionne de la même manière qu'un hybride rechargeable. Seules quelques différences clés séparent les deux. L'un, essentiellement, charge sa propre batterie lorsqu'il est en fonctionnement, et l'autre ajoute une autonomie supplémentaire pour simuler la sensation de conduire un BEV en petites rafales

1-FCEV (véhicule électrique à pile à combustible)

Utilise uniquement des moteurs électriques comme source d'alimentation, comme un EV normal. Comprend un bloc reposant sur la génération d'électricité grâce à l'oxydation de l'hydrogène. L'électricité générée par la pile à combustible sert à contrôler le moteur électrique d'entraînement. Une partie de l'énergie résiduelle est stockée dans la batterie haute tension. Le FCEV stocke l'hydrogène liquide dans le réservoir comme source d'alimentation. La capacité de stockage de la batterie est plus limitée que pour un modèle EV.



2-Hybride série

L'hybride série peut être considéré comme EREV puisque le moteur thermique est séparé de la chaîne de propulsion

3-Les modes de conduite des véhicules hybrides et électriques

1-Modes de conduite des véhicules hybrides parallèles

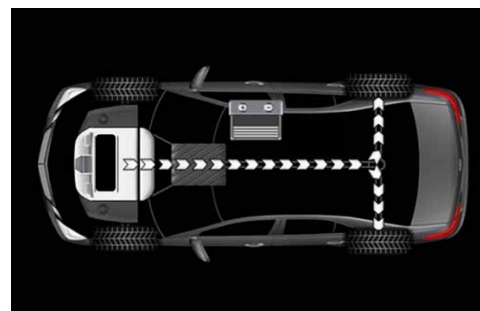
- En mode HEV, le moteur thermique et le moteur électrique génèrent tous deux une force d'entraînement.
- Le mode HEV est utilisé lorsque le véhicule accélère ou monte une côte, selon les conditions de conduite.
- La force motrice est distribuée de façon appropriée pour accélérer ou pour monter une côte

1-Mise en marche du moteur thermique

La machine électrique fait tourner le vilebrequin du moteur thermique pour démarrer ce dernier grâce à l'énergie haute tension.

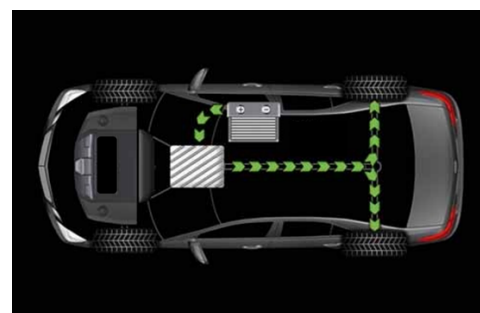
2-Mode moteur thermique

Le moteur thermique génère toute la puissance nécessaire pour conduire et alimenter les roues. Lorsque l'embrayage de moteur thermique du mode d'entraînement du moteur thermique est engagé.



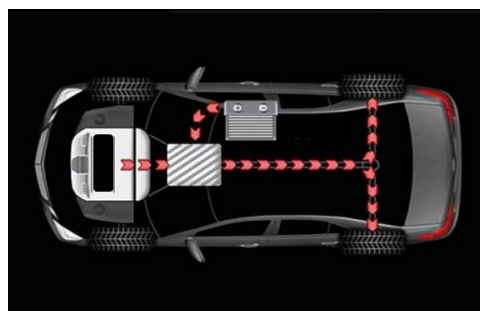
3-Mode moteur électrique (E-mode)

Le moteur électrique d'entraînement génère lui-même toute la puissance nécessaire pour conduire et alimenter les roues grâce à l'énergie haute tension.



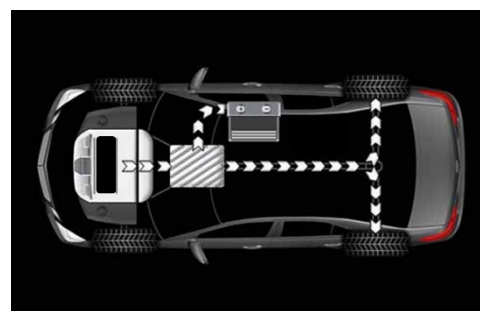
4-Mode d'accélération (boost)

Le moteur thermique et le moteur électrique génèrent tous deux la puissance de conduite. L'embrayage du moteur thermique est engagé.



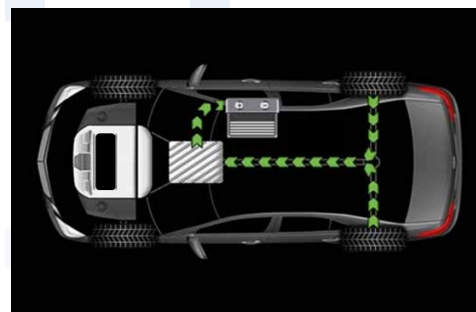
5-Mode de marche moteur thermique avec production de l'énergie électrique

Si le moteur thermique génère une puissance suffisante pour la conduite, la machine électrique génère l'énergie haute tension et charge la batterie haute tension.



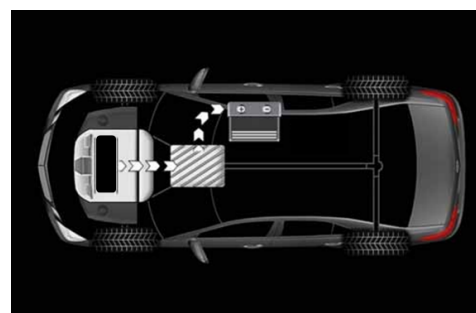
6-Mode freinage régénératif (Récupération) (E-Save)

Lorsque le conducteur enfonce la pédale de frein, le freinage régénératif s'exécute afin de générer de l'énergie haute tension et de charger la batterie.



7-Recharge au ralenti

Lorsque l'état de charge de la batterie haute tension est insuffisante, le moteur thermique continue à fonctionner pour tourner la machine électrique, même lorsque le véhicule est à l'arrêt. La machine électrique en fonctionnement génère l'énergie haute tension et recharge la batterie.



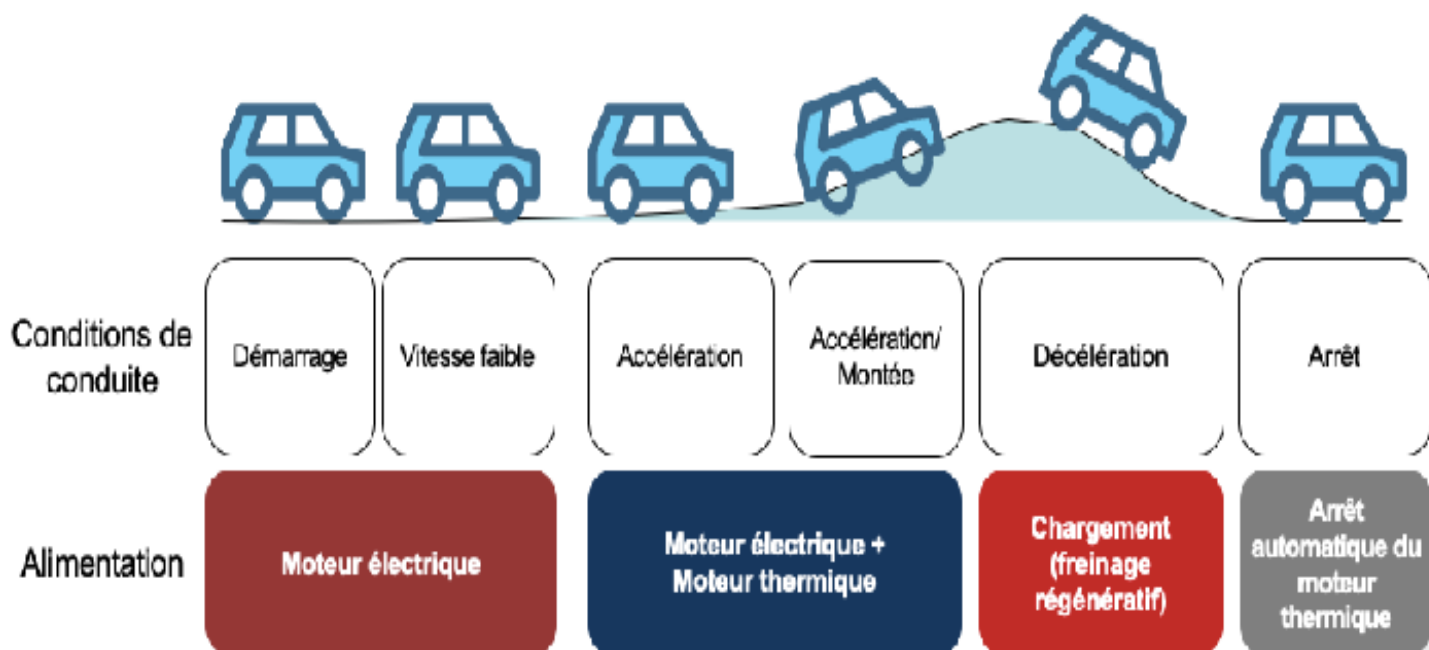
8-Arrêt du véhicule

Lorsque le véhicule est arrêté, le moteur thermique et le moteur électrique cessent de fonctionner.

2-Modos de conduite des véhicules EREV et EV

Le véhicule est toujours entraîné via le mode électrique puis que le moteur thermique ou la pile à combustible pour les EREV ne sont pas liées à la chaîne cinématique et servent tout simplement pour la recharge de la batterie haute tension

2-Récapitulatif des modes de conduites



4-Composants et organes des véhicules hybride et électrique

1 La machine électrique (le moteur-alternateur)

Se compose d'un stator fixe et d'un rotor rotatif, exactement comme un moteur électrique.

Sur les modèles HEV et EV, un moteur électrique synchrone AC triphasé est utilisé comme moteur électrique d'entraînement.

Moteur électrique de traction (ACTM)

Générateur et démarreur hybride (HSG)

Générateur avec démarreur intégré (ISG)

Entraînement d'essieu arrière électrique (ERAD) VOLVO

Stator

Le stator comporte une borne reliant à la haute tension, une bobine formant un champ magnétique et des capteurs détectant les positions et les températures de la bobine et du moteur.

-Les capteurs n'utilisent pas une haute tension.

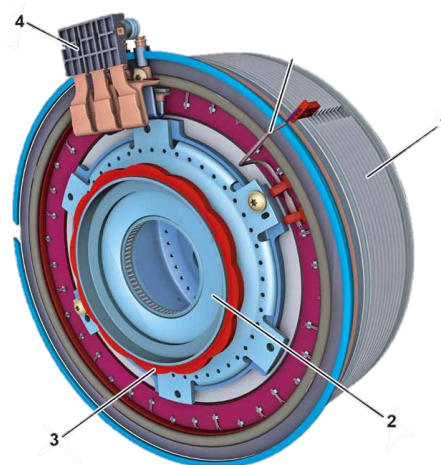
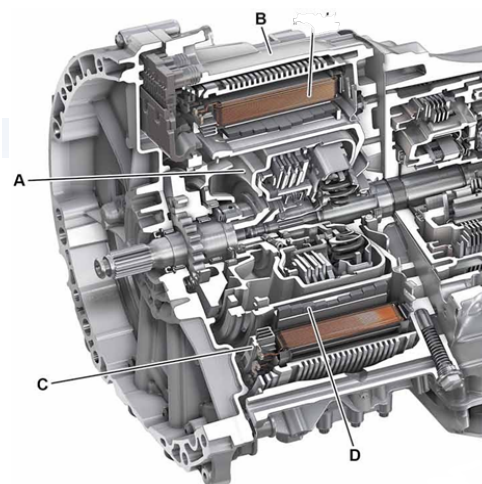
Rotor

Un aimant permanent est fixé au noyau du rotor.

L'aimant permanent du rotor tourne en réponse au champ magnétique formé dans le stator.

- A Embrayage humide
- B Cloche de boîte de vitesses
- C Stator
- D Rotor

- 1 Stator
- 2 Rotor
- 3 Bague à incrémentation pour capteur de position
- 4 Raccord haute tension UVW
- 5 Capteur de température



1-Fonction moteur

-Génère le couple d'entraînement en utilisant le courant AC haute tension fourni par l'électronique de puissance

-Génère le couple permettant de démarrer le moteur thermique

-Soutient le couple au côté du moteur thermique lorsqu'un couple d'entraînement élevé est nécessaire.

Avec un modèle EV, le moteur électrique d'entraînement tourne vers l'avant ou l'arrière pour propulser le véhicule.

2-Fonction générateur

-Fonctionne comme un générateur si le freinage est requis alors que le véhicule fonctionne.

-Lorsque le moteur électrique d'entraînement fonctionne comme un générateur, la force d'entraînement fait tourner le rotor. ---

-Le courant produit lors de ce processus sert à charger la batterie haute tension.

3-Comparatif des moteurs électriques

Type	Catégorie	Détails
DC Moteur	Principe de fonctionnement	<ul style="list-style-type: none"> • Une force est générée quand du courant passe par le conducteur dans le champ magnétique. • Un balai est nécessaire pour changer le sens de rotation du moteur avec le courant continu.
	Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Comporte une structure simple et est facile à concevoir
	Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • La durée de service est limitée car le balai s'use lors d'une longue période d'utilisation
	Principe de fonctionnement	<ul style="list-style-type: none"> • Un champ magnétique rotatif se forme lorsque du courant alternatif triphasé circule dans la bobine du stator • Le rotor tourne en fonction du champ magnétique, qui tourne du fait de l'induction électromagnétique

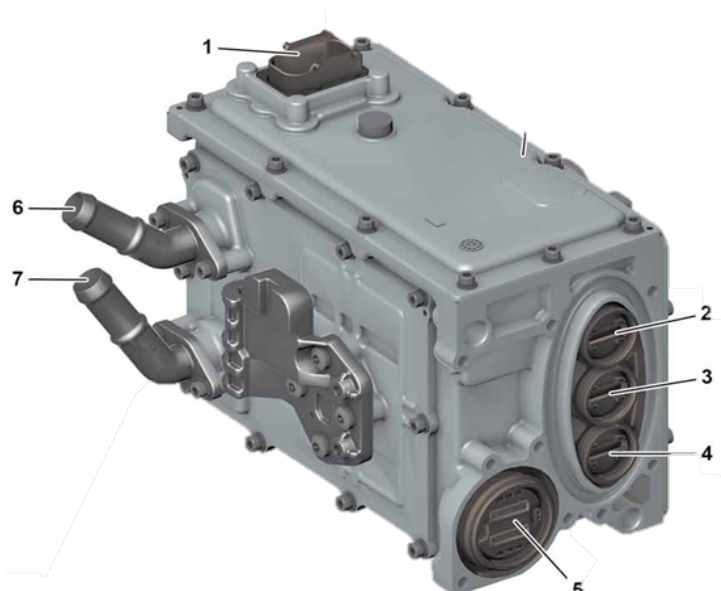
AC Moteur synchrone	Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Très puissant et offre un couple élevé • Aucun aimant permanent n'est nécessaire
	Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • La vitesse de rotation est proportionnelle à la fréquence d'alimentation du courant alternatif triphasé • L'efficacité diminue dans une certaine mesure lors du processus d'induction électromagnétique
	Principe de fonctionnement	<ul style="list-style-type: none"> • Un champ magnétique rotatif se forme lorsque du courant alternatif triphasé circule dans la bobine du stator • Le rotor est équipé d'un aimant permanent et tourne en synchronisation avec le champ magnétique rotatif
	Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Fournit un couple élevé • Aucun balai n'est nécessaire • La vitesse de rotation est synchronisée avec celle d'un champ magnétique externe
	Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Perte élevée en cas de faible charge • Difficile à démonter et à remonter à cause de l'aimant permanent • L'aimant permanent coûte cher

2 L'électronique de puissance

C'est un multi convertisseur statique, il se compose d'un :

- Onduleur qui actionne le moteur- alternateur avec une tension alternative triphasée
- Redresseur qui charge la batterie HT avec un courant continu
- Gradateur pour réguler l'actionnement de la machine électrique
- Autres étages de puissance pour actionner les composants HT

- 1 Raccord calculateur
- 2 Raccord AC (vers moteur-alternateur (borne U))
- 3 Raccord AC (vers moteur-alternateur (borne V))
- 4 Raccord AC (vers moteur-alternateur (borne W))
- 5 Raccord DC (batterie haute tension)
- 6 Retour de liquide de refroidissement
- 7 Arrivée du liquide de refroidissement



L'électronique de puissance gère également les fonctions suivantes :

- Commande ON/OFF du système
- Calcul du couple requis
- Contrôle du freinage régénératif
- Mode EV/HEV
- Equilibre SOC de la batterie haute tension
- Commande de moteur
- Commande du moteur thermique ON et OFF
- Commande de l'embrayage du moteur thermique
- Distribution du couple
- Limite du système
- Commande de batterie supplémentaire (12 V)
- Sécurité intégrée (fail-safe)

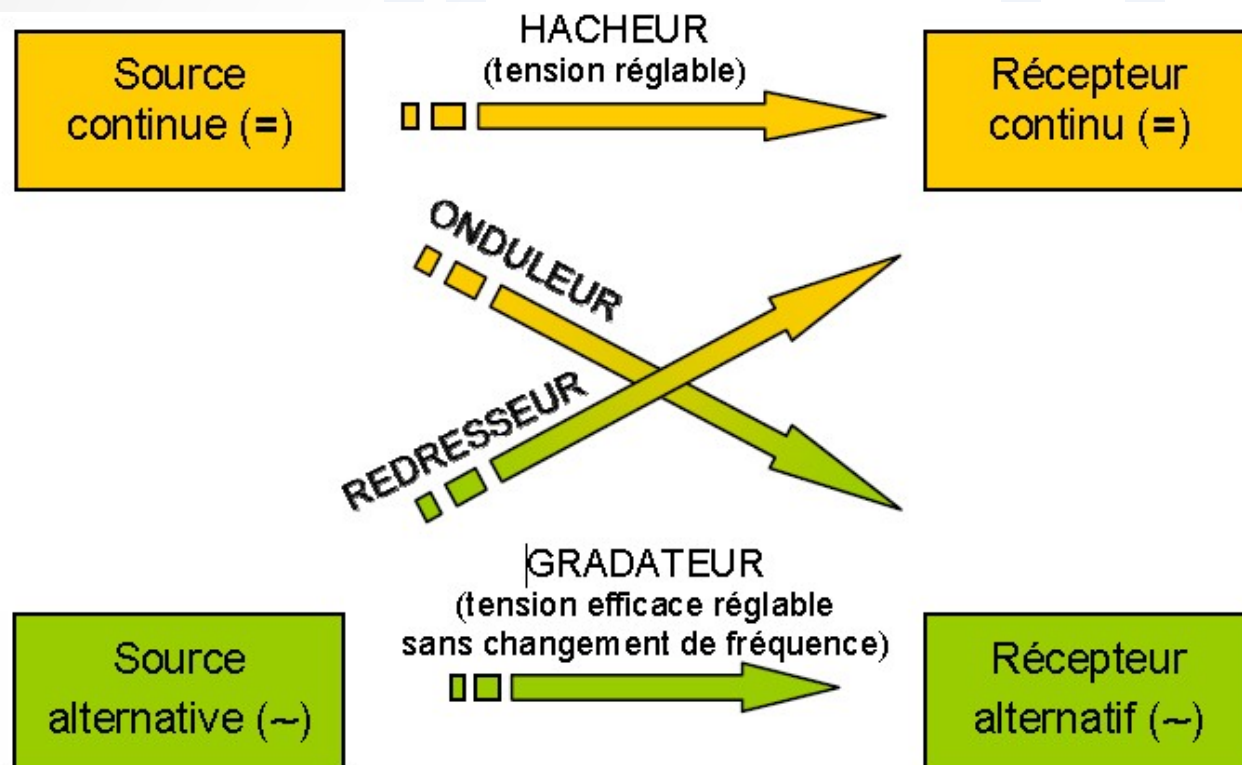
HPCU (unité de commande de puissance hybride)

EPCU (unité de commande de puissance électrique)

MCU (unité de commande du moteur électrique)

1-Les types convertisseurs statiques

Les convertisseurs statiques sont des circuits électriques utilisant des semi-conducteurs de puissance (diodes, thyristors, transistors ...) utilisés comme des interrupteurs, dans le but de transformer le spectre du signal (amplitudes, fréquences, phases) pour adapter la source à la charge. L'étude et la conception de ces dispositifs est souvent appelée **électronique de puissance**.



Le redresseur AC/DC

C'est un convertisseur alternatif-continu. La tension de sortie est non alternative (valeur moyenne non nulle). Cette valeur moyenne peut être réglée dans le cas d'un redresseur commandé. Ils sont utilisés principalement pour alimenter des charges fonctionnant avec une tension continue ou pour recharger des batteries (en effet, un redresseur est toujours intégré dans les chargeurs de vos PC ou vos téléphones portables).

L'onduleur DC/AC

L'onduleur est un convertisseur continu-alternatif, utilisé principalement pour alimenter les charges fonctionnant avec une tension alternative lorsqu'on dispose d'une source continue (batteries par exemple) ou pour injecter l'énergie produite par les panneaux photovoltaïques dans le réseau.

L'hacheur DC/DC

Ce sont des convertisseurs continu-continu, permettant la variation d'une tension continue pour l'adapter à la care ou pour varier la vitesse d'un moteur à courant continu ou pour régler le degré de luminosité d'une lampe.

Le découpage se fait à une fréquence élevée.

Si la tension délivrée en sortie est inférieure à la tension appliquée en entrée, le hacheur est dit dévolteur (ou abaisseur ou Buck). Dans le cas contraire, il est dit survolteur (ou élévateur ou Boost). Il existe des hacheurs capables de travailler des deux manières (Boost-Buck).

Le gradateur AC/AC

C'est un convertisseur alternatif-alternatif, qui donne en sortie une tension alternative de même fréquence que la tension d'entrée et dont on peut réduire la valeur efficace de façon continue.

Ce convertisseur est essentiellement utilisé pour varier la vitesse des moteurs alternatifs comme les moteurs asynchrones ou synchrones en variant leur tension d'alimentation.

Le cyclo-convertisseur AC/AC

C'est un convertisseur alternatif-alternatif, qui donne en sortie une tension alternative de fréquence et valeur efficace différentes de celles de la tension d'entrée. Les cyclo convertisseurs sont utilisés pour la varier la vitesse des moteurs alternatifs en variant la fréquence ou la valeur efficace de la tension d'alimentation.

3-Module batterie haute tension

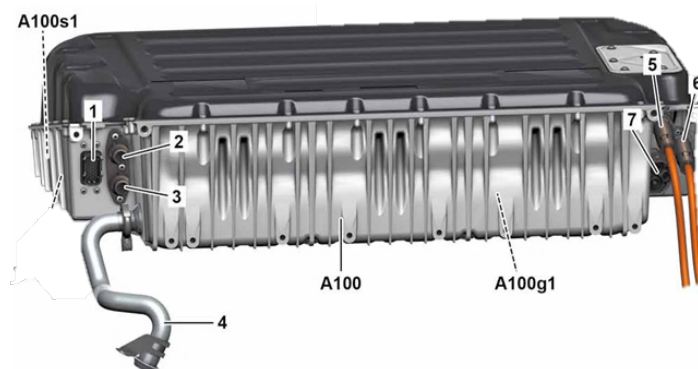
Plusieurs cellules de batterie haute tension sont regroupées pour former un module de batterie, plusieurs modules sont regroupés pour former un bloc-batterie haute tension afin d'accumuler de l'énergie électrique et alimenter tous les composants haute tension avec une tension pouvant atteindre 650V.

Le module Batterie haute tension :

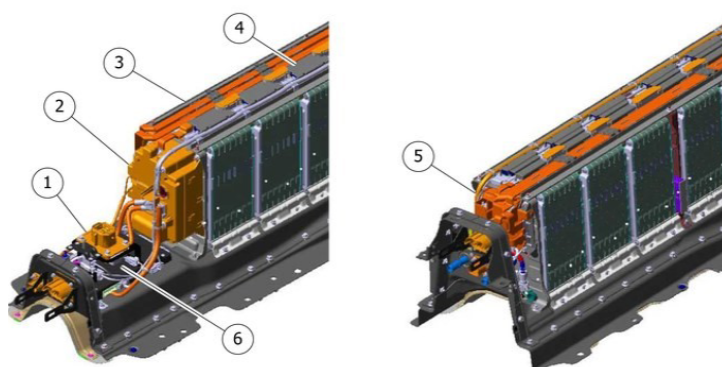
- Surveille et contrôle la tension et les divers états de chaque cellule de batterie haute tension.
- Surveille la température de la batterie et contrôle le refroidissement et le chauffage afin de conserver une température adéquate.
- Contrôle le relais haute tension afin de fournir l'énergie de la batterie aux systèmes haute tension.
- Surveille le courant envoyé par la batterie haute tension.

BMS (système de surveillance de la batterie)

- 1 Raccord calculateur
- 2 Arrivée du liquide de refroidissement
- 3 Retour de liquide de refroidissement
- 4 Tube de dégazage
- 5 Raccord (chargeur)
- 6 Raccord (convertisseur DC/DC)
- 7 Raccord (C électronique de puissance)
- A100 Module de batterie haute tension



- 1 Boîte de fusibles pour la batterie haute tension.
- 2 Unité de déconnexion de la batterie haute tension BDU.
- 3 Fiche femelle, sectionneur de sécurité manuel MSD.
- 4 Barres conductrices haute tension.
- 5 Nœuds de température de tension de cellule (CVTN).
- 6 Module de commande de surveillance d'énergie de la batterie (BECM).



1-Comparatif des batteries

Type	Caractéristiques	
	Avantages	Inconvénients
Batterie au plomb	<ul style="list-style-type: none"> • Prix bas • Tension des cellules d'environ 2 V • Haut degré de stabilité 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible densité énergétique • Peu d'années de durabilité • Capacité de stockage limitée
Batterie hybride nickel métal	<ul style="list-style-type: none"> • Sortie plus élevée par rapport à une batterie au plomb • Haut degré de stabilité • Longue durée de service 	<ul style="list-style-type: none"> • Tension des cellules d'environ 1,2V • Taux élevé d'autodécharge en fonction de la température • Forte chute de tension en cas de décharge partielle

Pile à combustible	<ul style="list-style-type: none"> • L'eau est créée via la réaction des cellules • Large gamme d'applications 	<ul style="list-style-type: none"> • Tension des cellules d'environ 1V • Problème avec le stockage de l'hydrogène • Efficacité de génération énergétique d'environ 55 %
Batterie lithium-ion	<ul style="list-style-type: none"> • Facile à utiliser de façon répétée • Tension des cellules supérieure à 3 V • Puissance électrique et densité énergétique élevées 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensible à la température • Réduction des performances en cas de décharge excessive/surcharge • Risque de feu et d'explosion

2-Diagramme de Ragone

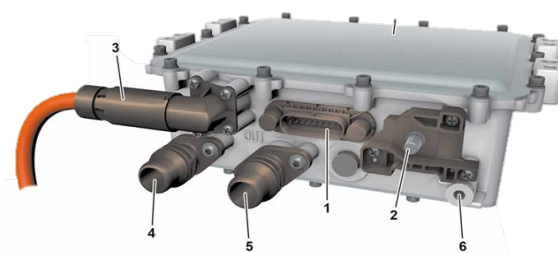
Chaque type de batterie est produit en mélangeant des matériaux bruts avec différents composants d'éléments dans des proportions adéquates.

5-Le convertisseur HT/BT

C'est un convertisseur qui transforme la haute tension continue en basse tension continue de 12 V (joue le même rôle que l'alternateur dans une voiture normale) et vice versa.

Convertisseur de courant pour alimentation des systèmes auxiliaires (APS)

- 1 Raccord calculateur
- 2 Borne 30 (B+)
- 3 Raccord haute tension (de la batterie haute tension)
- 4 Arrivée du liquide de refroidissement
- 5 Retour du liquide de refroidissement
- 6 Raccord de masse



5-Câble et connectiques HT

Tout le faisceau de câbles et la connectique HT posés dans le véhicule sont orange.

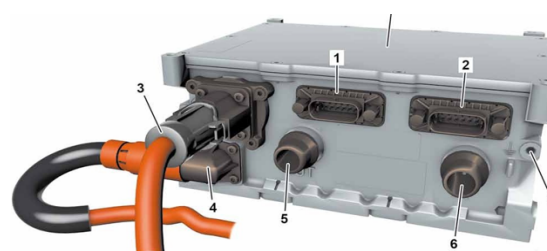


6-Le chargeur embarqué

Convertit la tension alternative d'une source de tension externe (par exemple station de charge) en tension continue afin de charger la batterie haute tension.

OBC (chargeur embarqué) Volvo

- 1 Raccord (prise alimentation chargeur en 12V)
- 2 Raccord calculateur
- 3 Raccord (de la prise alimentation chargeur)
- 4 Raccord (vers la batterie haute tension)
- 5 Arrivée du liquide de refroidissement
- 6 Retour du liquide de refroidissement
- 7 Conducteur de protection



7-La prise d'alimentation du chargeur

Sert pour charger la batterie depuis une source externe Maison ou station de charge

- 2 Servomoteur du déverrouillage électrique
- 4 Déverrouillage mécanique de secours (entre le feu arrière droit et le joint du coffre à bagages)
- X58/23 Prise d'alimentation du chargeur



8-Compresseur électrique

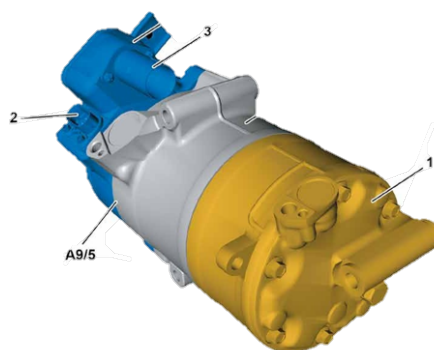
Utilisé pour la climatisation et le refroidissement interne des composants haute tension.

Fonctionne en utilisant la haute tension parce que le refroidissement est requis même lorsque le moteur thermique ne fonctionne pas.

Reçoit directement le courant continu haute tension

Le régime du compresseur frigorifique électrique est régulé en continu entre 800 et 9000 tr/min

- 1 Compresseur à spirale
- 2 Raccord calculateur
- 3 Raccord haute tension
- A9/5 Compresseur frigorifique électrique

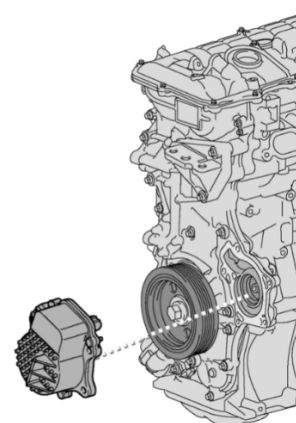
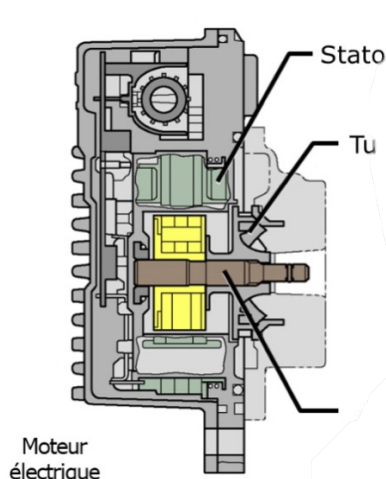
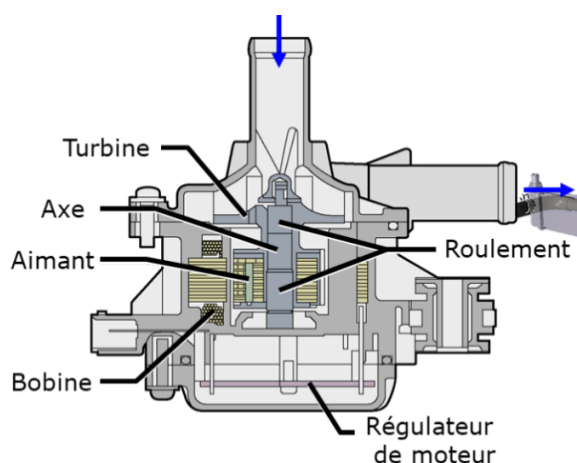


9-La pompe de liquide de refroidissement électrique

Fait circuler le liquide de refroidissement dans les composants haute tension.

L'alimentation 12 V est utilisée pour actionner la pompe à eau.

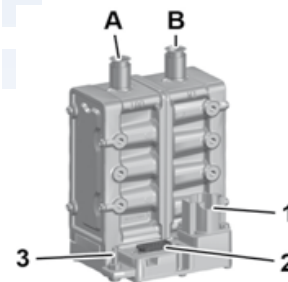
EWP (pompe à eau électrique)



10-Le chauffage auxiliaire PTC haute tension

Permet un réchauffement de l'habitacle pendant le mode de marche électrique et lors du fonctionnement de la pré climatisation

- 1 Raccord haute tension
- 2 Raccord enfichable calculateur
- 3 Raccord de masse
- 4 Arrivée du liquide de refroidissement
- 5 Retour du liquide de refroidissement



6-Les systèmes de sécurité et la mise en réseau

1-Les systèmes et éléments de sécurité technique

1-Protection acoustique

Certains véhicules à moteur électrique étant très silencieux à faible vitesse, il existe le risque qu'il ne soit pas perçu, ou très tard, par les autres usagers de la route. Un générateur de sons est en conséquence mis en œuvre comme solution technique de la protection acoustique de l'environnement. Ce son varie en fonction de la vitesse.

La hauteur du son et le volume sonore augmente avec la vitesse du véhicule.

Aux USA, le générateur de sons du véhicule électrique est aussi actif en marche arrière et au ralenti.



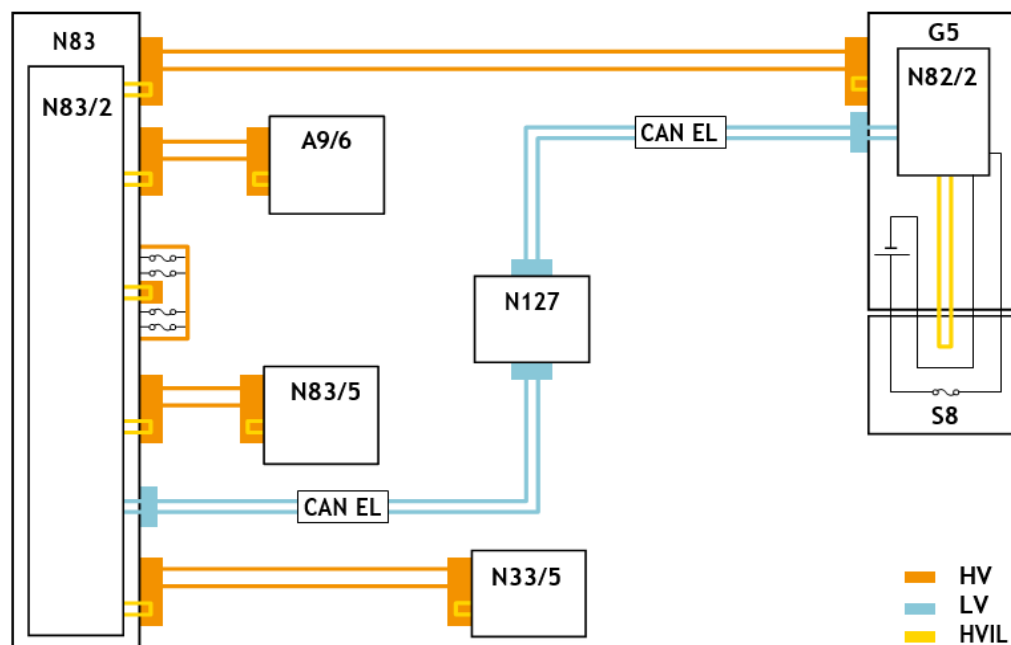
H4/16 Générateur de sons véhicule électrique

2-Le circuit INTERLOCK (système de détection de l'interruption de la haute tension)

Une connexion haute tension interrompue sur le réseau de bord haute tension est détectée à l'aide du circuit Interlock HVIL.

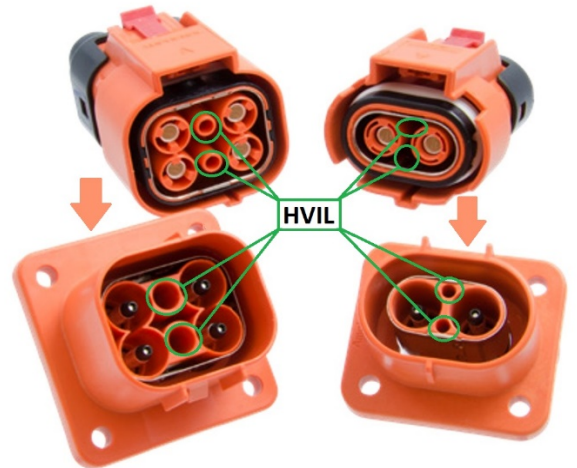
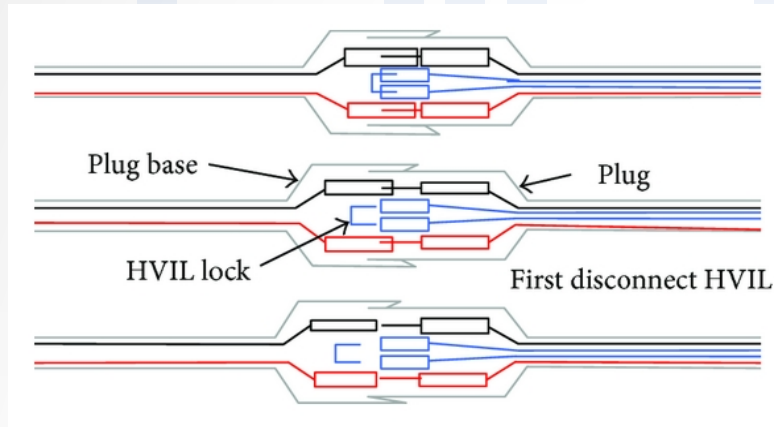
Un cavalier (circuit de contrôle) se trouve pour cela dans chaque raccord haute tension ou couvercle démontable et interrompt le circuit Interlock lors du démontage des raccords haute tension.

Les états défectueux correspondants sont alors signalés à la centrale de commande, c'est là la commande et l'analyse de la commande Interlock s'effectue.

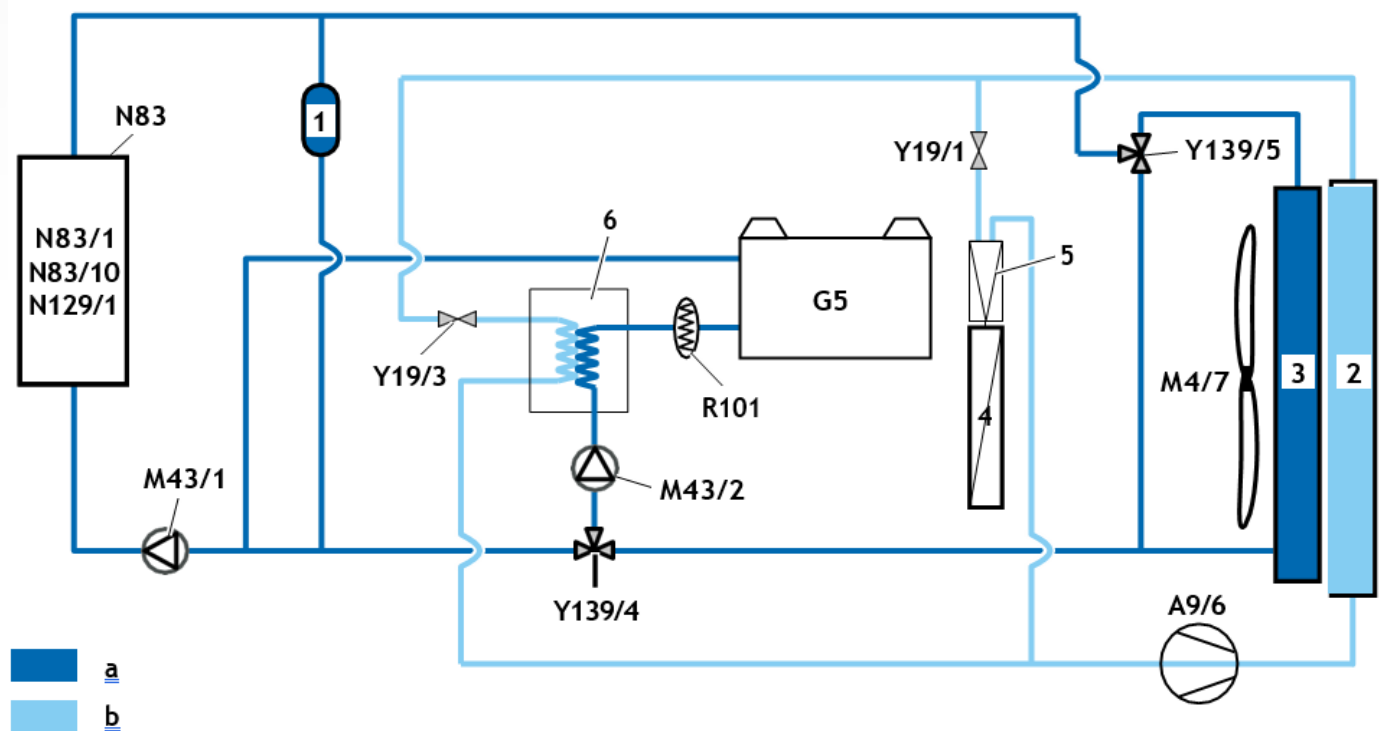


Si le signal Interlock est interrompu, par exemple par la coupure d'une connexion haute tension, cela provoque une ouverture du coupe-circuit dans le module batterie haute tension et un arrêt du

- | | |
|---------------|---|
| A9/6 | Compresseur frigorifique électrique |
| CAN EL | CAN moteur électrique |
| G5 | Batterie haute tension |
| N33/5 | Chauffage auxiliaire PTC haute tension |
| N82/2 | Calculateur système de gestion de batterie |
| N83 | Boîtier de calculateurs haute tension |
| N83/2 | Calculateur surveillance de charge |
| 83/5 | Calculateur chargeur de batterie haute tension (chargeur 7 kW) |
| N127 | Calculateur moteur électrique |
| S8 | Coupeure de sécurité batterie haute tension |



3-La gestion thermique



Sur les véhicules électriques et hybride les composants haute tension dissipent de la chaleur

La régulation de température des composants haute tension se fait par le liquide de refroidissement et en plus par le climatiseur au moyen d'un échangeur thermique frigorigène-liquide de refroidissement appelé (chiller).

Si la batterie haute tension est trop froide, température de batterie < 0 °C, la batterie haute tension est chauffée.

Lorsque le véhicule roule ensuite, la batterie haute tension n'est plus chauffée davantage,

- 1 Réservoir d'expansion
- 2 Condenseur
- 3 Refroidisseur
- 4 Évaporateur
- 5 Détendeur
- 6 Chiller
- a Circuit de liquide de refroidissement
- b Circuit de frigorigène
- A9/6 Compresseur frigorifique électrique
- G5 Batterie haute tension
- M4/7 Moteur de ventilateur
- M43/1 Pompe à liquide de refroidissement de la batterie 1 (arrivée)
- M43/2 Pompe à liquide de refroidissement de la batterie 1 (retour)
- N83 Boîtier de calculateurs haute tension
- N83/1 Calculateur convertisseur DC/DC
- N83/10 Calculateur chargeur batterie haute tension (chargeur 22 kW)
- N129/1 Calculateur électronique de puissance
- R101 Appareil de chauffage batterie haute tension

elle subit alors un échauffement propre du fait de son fonctionnement.

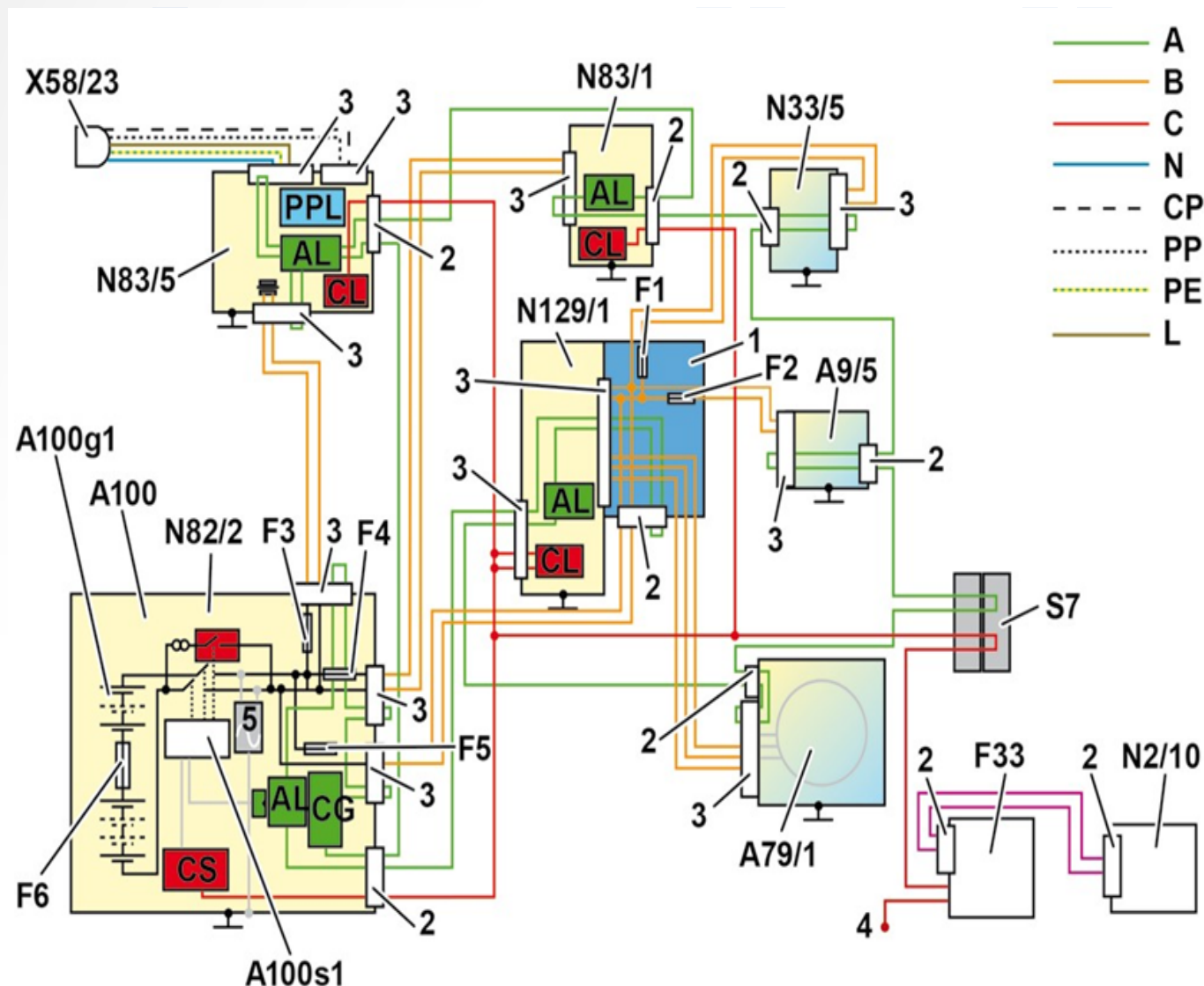
Y19/1 Détendeur électrique (habitacle)

Y19/3 Détendeur électrique (batterie)

Y139/4 Vanne de régulation refroidissement batterie haute tension

Y139/5 Vanne de régulation refroidissement batterie haute tension

4-Schéma synoptique d'un véhicule hybride PLUG IN



1	Distributeur haute tension	N82/2	Calculateur système de gestion de batterie
2	Raccords enfichables calculateurs	N83/1	Calculateur convertisseur DC/DC
3	Raccords haute tension	N83/5	Chargeur
4	Borne 30	N129/1	Calculateur électronique de puissance
A100	Module de batterie haute tension	S7	Dispositif de coupure haute tension
A100g1	Batterie haute tension	X58/23	Prise alimentation chargeur
A100s1	Disjoncteur	AL	Logique d'évaluation interlock
A79/1	Moteur-alternateur	A	Signal interlock
A9/5	Compresseur frigorifique électrique	B	Câbles haute tension
F1	Fusible électrique chauffage auxiliaire PTC haute tension (non remplaçable)	C	Borne 30c
F2	Fusible électrique compresseur frigorifique électrique (non remplaçable)	CL	Borne 30c logique d'évaluation
F3	Fusible électrique (chargeur) (remplaçable)	CS	Borne 30c (alimentation en tension disjoncteur)
F4	Fusible électrique (convertisseur DC/DC) (remplaçable)	CP	Control-Pilot
F5	Fusible électrique (vers la plaque de distribution haute tension sur le	PP	Proximity-Pilot

	Calculateur électronique de puissance) (remplaçable)	PPL	Proximity-Pilot logique d'évaluation
F6	Fusible électrique batterie haute tension (non remplaçable)	PE	Conducteur de protection
F33	Boîte à pré fusibles arrière	L	Phase L1 - L3
N2/10	Calculateur système de retenue	N	Conducteur neutre
N33/5	Chauffage auxiliaire PTC haute tension	CG	Générateur d'interlock

7-Le freinage régénératif et modes de charge interne

1- La récupération au freinage

Le freinage régénératif charge la batterie à l'aide de l'énergie cinétique en utilisant le moteur électrique d'entraînement comme générateur.

Le freinage régénératif est engagé lorsque le véhicule décélère ou descend une pente.

Le système du véhicule détermine la quantité de freinage régénératif, en reconnaissant la quantité d'enfoncement de la pédale de frein, selon les conditions de conduite.

Lors du freinage régénératif, le moteur fonctionne à la fois comme générateur et comme frein.

L'énergie électrique générée par le freinage régénératif est stockée dans la batterie haute tension pour être utilisée en mode EV.

①	Freinage régénératif		Freinage régénératif dès l'actionnement d'une force de freinage
②	Freinage régénératif + Freinage hydraulique	La pression hydraulique augmente	Le freinage hydraulique augmente en proportion de la force de freinage requise par le conducteur
③		La pression hydraulique diminue	La pression hydraulique diminue à mesure que la force de freinage régénératif augmente
④		Augmentation rapide de la pression hydraulique	Augmentation rapide de la pression hydraulique et diminution rapide de la force de freinage régénératif quand le véhicule est presque à l'arrêt
⑤	Freinage hydraulique		Arrêt du véhicule par la pression hydraulique finale

2-Les modes de charges interne

1-Convertisseur DC/DC

3-Les modes de charges externes avec câbles



1-Charge normale

Charge la batterie via le chargeur embarqué à l'aide de la station de charge normale/ICCB (AC → DC).

Le câble de charge monophasé disponible en deux versions de longueurs est adapté aux normes spécifiques au pays et est rangé dans un sac dans le coffre à bagages.



7,5*



Mode 2
12 A/230 V
chargeur 7 kW (CEE)



2-Charge rapide

Charge directement la batterie à l'aide de la station de charge rapide (CC → CC).

Le câble de charge est adapté aux normes spécifiques au pays









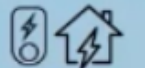
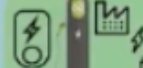

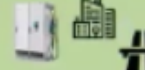
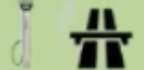
1*



Mode 3 3 phases
3 x 32 A/230 V
chargeur 22 kW (CEE)



2-Récapitulatif modes de recharge

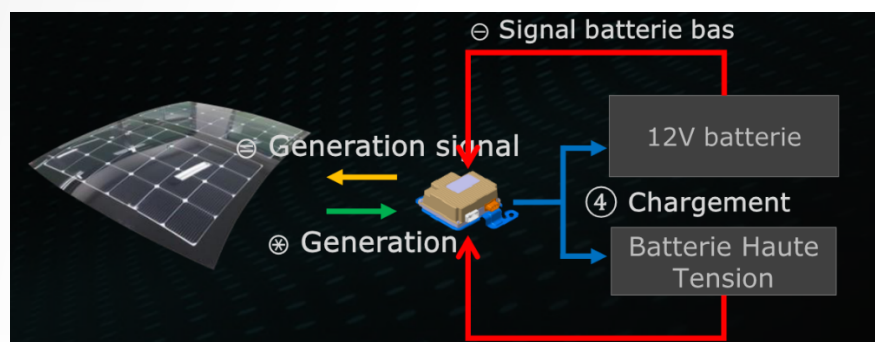
* Valeurs typiques	 LENTE	 ACCÉLÉRÉE	 RAPIDE	 ULTRA-RAPIDE
MODE 2 	 1,3 - 3,2 kW*	DOMESTIQUE / PRIVÉ		
MODE 3 	 3,7 - 7,4 kW*	 11 - 22 kW*		PUBLIC
MODE 4 			 Jusqu'à 85 kW*	 Jusqu'à 350 kW*

4-Les modes de recharge sans câbles

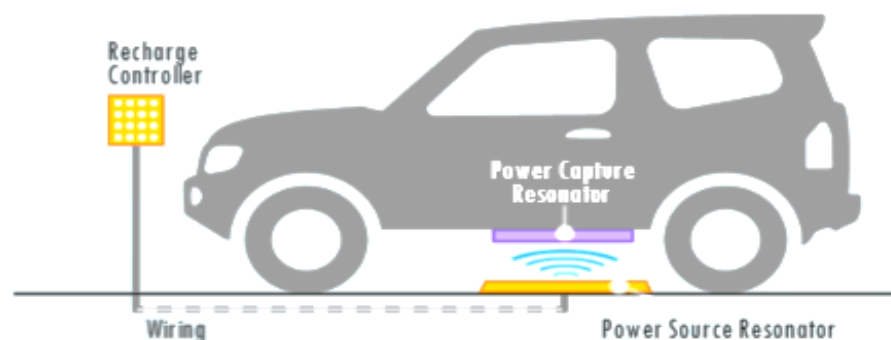
1-Système toit solaire

Avantages du système toit solaire

- Augmentation de la distance de conduite de 3,58 km lors de la charge 6 heures par jour
- Augmentation de la distance de conduite annuelle jusqu'à 1300 km (sur la base de la lumière du soleil quotidienne en Corée)
- Empêche la décharge de batterie causée par l'alimentation des mémoires etc.
- Conceptions extérieures uniques



2-Système de recharge inductive



8-Certification sectorielle

Les véhicules électriques sont munis d'un moteur électrique comme groupe motopropulseur et d'un système de stockage d'énergie haute tension. Les véhicules hybrides disposent en plus d'un moteur thermique. Ils comportent de nouveaux risques qui peuvent entraîner des blessures ou des dégâts importants en cas de mauvaise manipulation. Ils nécessitent de la part des travailleurs non seulement des connaissances inédites mais aussi une attitude de sécurité adéquate.

Le certificat sectoriel doit être au minimum du niveau des activités professionnelles du travailleur

Structure de certification sectorielle - Sécurité HEV

Structure de certification sectorielle – Technologie HEV







9-La sécurité lors des travaux sur des véhicules électriques hybrides



- Assurer la sécurité du lieu de travail
- S'il n'existe aucun espace de travail réservé aux véhicules haute tension, utiliser une courroie ou une barrière de sécurité pour isoler l'espace de travail haute tension des autres espaces et installer une pancarte « Attention véhicule haute tension » sur le véhicule pour signaler le danger lié à la haute tension.
- S'il existe un espace de travail réservé aux véhicules haute tension, installer une pancarte « Attention véhicule haute tension » sur le véhicule pour avertir les autres du danger de la haute tension.
- S'assurer que seul le personnel autorisé accède à l'espace de travail.

Normes de la NFPA concernant le port d'équipement de protection individuelle (PPE)

La NFPA traite également le problème de la décharge en arc, tout comme le risque lié à la haute tension, et le considère comme un danger relatif au travail électrique. La décharge en arc est une situation au cours de laquelle une décharge de gaz atteint son maximum et certains matériaux d'électrode s'évaporent et deviennent du gaz. Dans ces conditions, un plasma haute température est connecté et un courant considérable circule entre les électrodes négative et positive.

	Courant alternatif (AC)		Courant continu (DC)	
	Intensité du courant (valeurs indicatives)	Effet sur les personnes	Intensité du courant (valeurs indicatives)	Effet sur les personnes
				
	Jusqu'à 1 mA	Seuil de perception. Le courant est très faiblement ressenti.	Jusqu'à 2 mA	Seuil de perceptibilité
	5 mA	Electrisation, fourmillements, picotements. Il est encore possible de lâcher le conducteur, 5 à 10 mA sont ressentis comme douloureux.	Jusqu'à 100 mA	Seuil de douleur, sans crampes. Douleurs aiguës dans les articulations et sensation de chaleur lors de la mise en marche et de l'arrêt.
	15 mA	Seuil de téτανisation musculaire. Seuil de non-lâcher vraisemblablement dépassé. Troubles respiratoires possibles.	Dès 100 mA	Seuil mortel. Effet mortel: fibrillation ventriculaire ou arrêt cardiaque possibles à partir de 100 mA selon la durée d'exposition.
	50 mA	Seuil de danger. Paralysie ventilatoire, éventuellement arrêt cardiaque ou fibrillation ventriculaire après quelques instants. Facteur temps déterminant.		Seuil de téτανisation musculaire. Crampes, lâcher prise uniquement possible après quelques secondes ou minutes, notamment à partir de 300 mA.
	Dès 80 mA	Seuil mortel. Effet mortel: fibrillation ventriculaire, arrêt cardiaque, arrêt respiratoire probables après 0,3 à 1 s.		

1-Norme de port de EPI pour chaque niveau de risque

NIVEAU 0 :

Chemise en fibre naturelle non traitée (manches longues), pantalon (long), lunettes de protection, protection auditive, gants en cuir et protégeant contre la tension (si nécessaire)

NIVEAU 1 :

Chemise à manches longues protégeant contre l'arc, pantalon ou combinaison protégeant contre l'arc, masque protégeant contre l'arc avec casque, lunettes de protection, protection auditive, gants en cuir et protégeant contre la tension (si nécessaire), chaussures en cuir

NIVEAU 2 :

Chemise à manches longues protégeant contre l'arc, pantalon ou combinaison protégeant contre l'arc, masque protégeant contre l'arc et cagoule ou combinaison contre les arcs électriques avec casque, lunettes de protection, protection auditive, gants en cuir et protégeant contre la tension (si nécessaire), chaussures en cuir

NIVEAU 3 :

Chemise à manches longues protégeant contre l'arc, pantalon ou combinaison protégeant contre l'arc, capuche protégeant contre l'arc avec casque, lunettes de protection, protection auditive, gants en cuir et protégeant contre la tension (si nécessaire), chaussures en cuir

NIVEAU 4 :

Chemise à manches longues protégeant contre l'arc, pantalon ou combinaison protégeant contre l'arc, capuche protégeant contre l'arc avec casque, lunettes de protection, protection auditive, gants en cuir et protégeant contre la tension (si nécessaire), chaussures en cuir Outillage.

Pour travailler sur un véhicule haute tension, assurer la sécurité grâce à des outils spécialement conçus pour empêcher tout contact avec un courant électrique.

2-Equipements De Protection Individuelle EPI

L'équipement de protection individuelle désigne les outils ou les dispositifs conçus pour être portés individuellement par les travailleurs afin de les protéger des dangers menaçant leur santé et leur sécurité. Pour travailler sur un véhicule utilisant une haute tension, il faut porter un PPE adéquat pour se protéger des dangers liés à la haute tension

1-Gants de protection

Des gants de protection sont un PPE indispensable lors de la vérification ou de la réparation des composants haute tension.

Les performances d'isolation doivent au moins atteindre 1 000 V AC/300 A.

Le classement des gants de protection est comme suit

Classement indice d'isolation	Tension maximale d'utilisation (V)	
	Courant alternatif	Courant continu
00	500	750
0	1000	1500
1	7500	11250
2	17000	25500
3	26500	39750
4	36000	54000

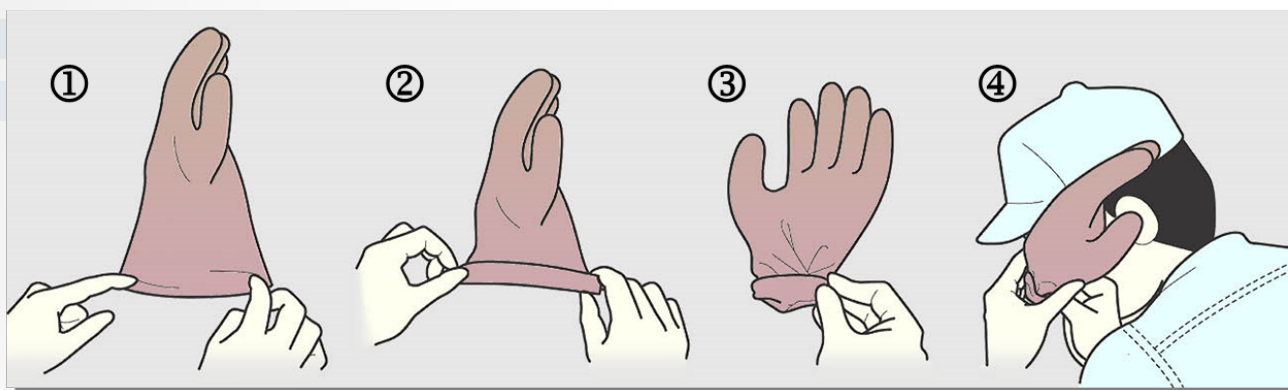


Vérifier les gants de protection

Plier les gants de protection, comme indiqué ci-dessus.

Plier les gants encore trois à quatre fois pour empêcher toute fuite d'air.

Vérifier que les gants ne sont ni déchirés ni endommagés. (Approcher le visage très près des gants pour détecter des fuites d'air.)



1. Placer le gant sur le côté.
2. Enrouler l'ouverture du gant 2 ou 3 fois.
3. Plier l'ouverture en deux pour fermer le gant.
4. S'assurer de l'absence de fuite d'air.

2- Chaussures de protection

À porter pour éviter tout choc électrique par le sol lors de la vérification ou réparation des composants haute tension.

Les performances d'isolation doivent au moins atteindre 1 000 V AC/300 A. Certains travailleurs portent des bottes de protection par-dessus les chaussures de protection afin de maximiser la sécurité.



3-Vêtements de protection

À porter pour protéger le corps lors de la vérification ou réparation des composants haute tension.



4-Casque avec masque facial

À porter lors de la manipulation d'une haute tension susceptible de causer des étincelles et de protéger la tête lors de la vérification ou réparation des composants haute tension.



3-Equipements De Protection Collective EPC

1-Tapis isolant

Sert pour placer les composants haute tension sur un tapis isolant pour éviter tout choc électrique.

Les performances d'isolation doivent au moins atteindre 1 000 V AC/300 A.



2-Couverture isolante

Utiliser pour couvrir les composants haute tension afin d'assurer la sécurité des personnes ne portant pas d'équipement de protection.



3-Courroie/barrière de sécurité

Sert pour empêcher les personnes non autorisées d'accéder au véhicule et éviter tout accident.



4-Pictogramme et étiquette de signalisation



Mise en garde contre une tension dangereuse: signalisation des systèmes haute tension



Mise en garde contre les risques liés à la batterie



Mise en garde contre les substances explosives



Mise en garde contre les substances corrosives



Flamme nue interdite et défense de fumer



Porter des gants de protection



Porter une protection des yeux



Avertissements relatifs aux composants haute tension



Câbles orange indiquant la présence de systèmes haute tension



Exemple d'autocollant d'avertissement sur une source d'énergie haute tension



Identification grâce à la prise de charge



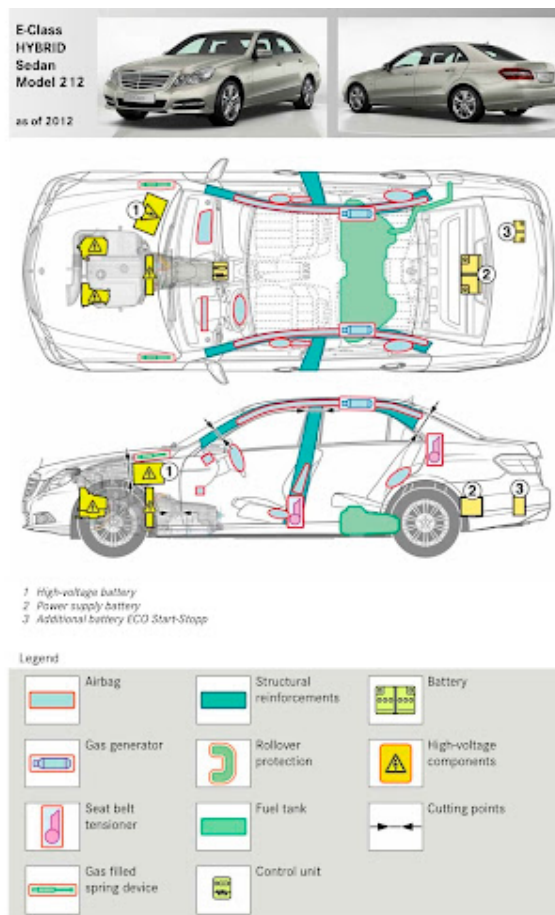
Code QR permettant d'accéder au site Internet du TCS fournissant les fiches de secours (www.fiche-de-secours.ch)



Certains véhicules sont équipés d'un code QR qui permet d'accéder directement aux fiches de secours.

5-Intervention sur un véhicule hybride ou électrique accidenté

Il existe plusieurs risques dans le cas d'un véhicule accidenté. Un QR code disponible pour les équipes de sauvetage lors des interventions afin d'éviter le risque de toucher un câble, composants haute tension ou un composant pyrotechnique.



7-Les outils de mesure

Testeur Méga ohm

Utilisé pour mesurer la résistance d'isolement et d'autres caractéristiques électriques des composants haute tension.



Jeu d'outils isolants

Conçus pour disposer de caractéristiques isolantes, contrairement aux outils généraux, et utilisés pour manipuler les composants haute tension.



Testeur de tension bipolaire

Son ergonomie vous permet de consulter intuitivement les relevés de mesure, contrairement aux multi testeurs généraux. Ce testeur est utilisé pour mesurer une haute tension en assurant la sécurité

