MAHLE

Gestion thermique

des véhicules électriques et hybrides

BEHR®

Introduction

Nouveaux défis, nouvelles opportunités – et plus de chiffre d'affaires !

La marche triomphale des voitures électriques progresse inexorablement. Le nombre de voitures électriques immatriculées continue d'augmenter sensiblement. Et les hybrides plug-in ne sont souvent pas encore prises en compte dans ces chiffres ! Vous pouvez donc vous attendre à ce que l'un de ces véhicules ou ses propriétaires fassent tôt ou tard leur apparition dans votre atelier !

Les garagistes n'ont donc plus le choix : impossible d'ignorer la situation, il faut se préparer le mieux possible aux nouveaux défis. Car même si les travaux d'entretien classiques, tels que la vidange d'huile moteur ou le remplacement des silencieux arrières, sont moins fréquents, de nouvelles opportunités se présentent dans d'autres domaines !

Par exemple, l'entretien régulier de la climatisation devient encore plus important car, dans les véhicules électriques, cette dernière est presque essentielle pour le fonctionnement du véhicule. En effet, la climatisation aide à maintenir la batterie de propulsion dans une plage de température optimale, ce qui a un effet positif sur son autonomie et sa longévité. Si la climatisation ne fonctionne pas correctement, voire tombe en panne, les répercussions vont bien plus loin qu'avec les moteurs à combustion et impactent bien plus que le confort et la sécurité de la conduite.

Le diagnostic de la batterie de propulsion devient également de plus en plus important, en particulier pour les voitures d'occasion ou les retours de leasing. Dans ce domaine également, nous avons élargi notre offre en conséquence. Sans oublier les composants à l'avant du véhicule, tels que les radiateurs basse température et les condenseurs de climatisation, qui doivent toujours être remplacés en cas d'accident.

Continuez à faire confiance à MAHLE à l'avenir ! En effet, grâce à notre vaste expertise en première monte en tant que l'un des principaux équipementiers au monde, à notre large gamme de produits innovants, à nos services complets et à nos solutions d'équipement d'atelier, nous sommes un partenaire de gestion thermique fiable, à même de garantir un travail fluide et de qualité, aujourd'hui comme demain !

Les garages indépendants accueillent de plus en plus de véhicules électriques. Permettre à nos clients de diagnostiquer leurs batteries est une première étape importante dans leur transition vers la mobilité électrique. Nous nous efforçons chaque jour d'ouvrir aux ateliers de nouveaux champs d'activité autour du diagnostic, de l'étalonnage, de la gestion thermique et de la gestion des liquides.

Sommaire

Introduction

Nouveaux défis, nouvelles opportunités – et plus de chiffre d'affaires ! 02

Aperçu des technologies hybrides

Comparaison 06

Systèmes haute tension dans les véhicules électriques

Fonctionnement 08
Description des composants 10

Règles de base pour les interventions sur les véhicules électriques et hybrides

Conseils pratiques 14

Climatisation de l'habitacle

Principe de base 15

Compresseur A/C haute tension

Fonctionnement 16

Gestion de la température de la batterie

Comparaison 17

Condenseur A/C indirect 20

Pompe à chaleur 21

Pile à combustible et hydrogène 22

Huiles pour compresseurs A/C électriques 24

Formation continue pour la réparation des véhicules électriques et hybrides

Bon à savoir 26
Formations en gestion thermique proposées 26

Conseils pour les ateliers

Entretien des véhicules électriques et hybrides 27
Dépannage, remorquage et enlèvement des véhicules électriques et hybrides 27

Équipement d'atelier MAHLE Service Solutions

Stations de charge et d'entretien de climatisation ArcticPRO® 31
Accessoires pour le rinçage avec les stations de charge et d'entretien de climatisation ArcticPRO® 32
Diagnostic et entretien de la batterie de propulsion 34

Consigne de sécurité importante

Les informations techniques et conseils pratiques ci-dessous ont pour vocation d'aider les mécaniciens automobiles dans l'exercice de leur activité. Les informations publiées ici sont exclusivement destinées à des professionnels spécialisés.

Aperçu des technologies hybrides

Comparaison

Le terme « hybride » signifie en gros croisement ou mélange. Dans le génie automobile, il désigne un véhicule combinant un moteur thermique à technique de propulsion classique et les éléments d'un véhicule électrique.

La technologie hybride est de plus en plus sophistiquée. Elle se décline désormais en trois catégories : micro hybride, hybride légère, ou « mild » hybride, et hybride classique, ou « full » hybride. Malgré des différences techniques, toutes les technologies ont en commun que la batterie se recharge par récupération d'énergie au freinage (freinage régénératif).

- Les véhicules micro hybrides
  sont équipés d'un moteur à combustion interne classique avec système stop & start et d'un freinage régénératif.

- Les véhicules hybride légers
  sont équipés, en plus du moteur thermique, d'un petit moteur électrique et d'une batterie plus puissante. Le moteur électrique sert exclusivement à apporter un surcroit de puissance au moteur thermique pour aider au démarrage et aux reprises, faisant ainsi office de booster.

- Les véhicules « full » hybrides
  disposent d'un moteur électrique suffisamment puissant pour les booster, et peuvent rouler en tout électrique, car ils sont équipés d'un groupe motopropulseur entièrement électrifié. Celui-ci nécessite toutefois une batterie bien plus puissante qu'un hybride léger.

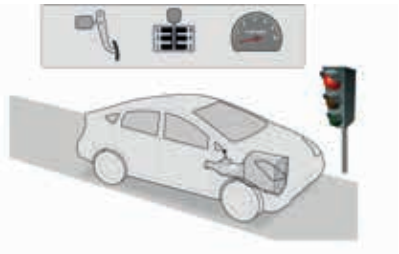
- Les véhicules hybrides rechargeables
  peuvent se recharger la nuit, par exemple. L'effet secondaire positif de ce type de véhicules est que l'habitacle peut atteindre la température souhaitée avant même de prendre la route. Le véhicule est ainsi prêt à être utilisé directement le lendemain matin. L'hybride rechargeable est une version de l'hybride classique.

Fonctionnement	Micro hybride	Hybride léger	« Full » hybride
Puissance du moteur électrique/de l'alternateur	2 à 3 kW (récupération d'énergie au freinage par l'alternateur)	10 à 15 kW	> 15 kW
Plage de tension	12 V	42 à 150 V	> 100 V
Économie de carburant par rapport à un véhicule à propulsion classique	< 10 %	< 20 %	> 20 %
Fonctions contribuant à l'économie de carburant	Stop & start Freinage régénératif	Stop & start Fonction Boost Freinage régénératif	Stop & start Fonction Boost Freinage régénératif Propulsion électrique

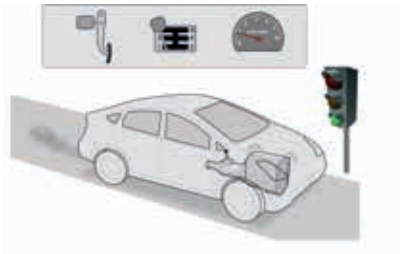
Comme décrit ci-dessus, chacune des technologies dispose de plusieurs fonctions contribuant à économiser du carburant. Voici un bref descriptif de ces quatre fonctions.

Stop & start

Lorsque le véhicule est à l'arrêt, à un feu ou dans un embouteillage par exemple, le moteur thermique s'arrête. Lorsque l'embrayage est actionné et la première vitesse enclenchée, le moteur redémarre automatiquement, prêt à reprendre instantanément la route.



Arrêt du véhicule : coupure automatique du moteur.



Embrayage enfoncé, vitesse enclenchée : redémarrage automatique du moteur.

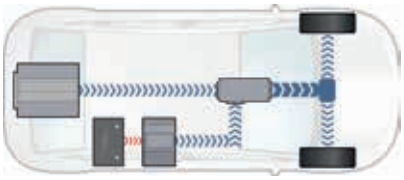
Freinage régénératif

Le freinage régénératif est la technique permettant de récupérer l'énergie du freinage du moteur. Cette énergie serait normalement dissipée en pure perte en énergie thermique lors du freinage. Grâce au freinage régénératif, en revanche, l'alternateur du véhicule joue le rôle de frein moteur et vient appuyer les freins de roues. L'énergie produite par l'alternateur lors des ralentissements est stockée dans la batterie. Ce processus augmente le couple du moteur de manière ciblée et ralentit le véhicule.

Décélération du véhicule : recharge de la batterie avec gain de puissance.

Fonction Boost

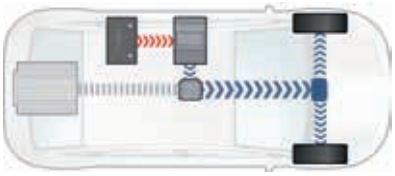
La fonction boost additionne le couple du moteur électrique à celui du moteur thermique durant la phase d'accélération, ce qui permet au véhicule hybride d'accélérer plus vite qu'un véhicule similaire à propulsion classique. Cette fonction boost sert d'aide au démarrage et de multiplicateur de puissance lors des dépassements. Cette puissance est générée par un entraînement électrique auxiliaire, qui ne s'enclenche que pour ces deux usages.



Fonction Boost : le moteur thermique et le moteur électrique entraînent le véhicule.

Propulsion électrique

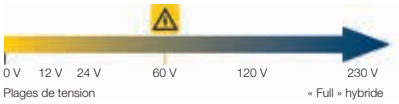
Lorsque moins de puissance est nécessaire, en ville par exemple, le véhicule est entraîné uniquement par le moteur électrique. Le moteur thermique est coupé. Les avantages de ce mode de propulsion sont : pas de consommation de carburant et pas d'émissions de polluants. Ces technologies embarquées changent la mise et vont bouleverser votre travail quotidien.



Propulsion électrique : seul le moteur électrique propulse le véhicule.

Tension électrique dans le réseau de bord

Les exigences et puissances que les moteurs électriques d'un véhicule électrique ou hybride doivent respecter et déployer ne sont pas envisageables avec des plages de tension comprises entre 12 et 24 volts. Il faut des plages de tension bien plus élevées. Dans les véhicules équipés de systèmes haute tension, le moteur principal et le moteur auxiliaire sont alimentés en courant alternatif de 30 V à 1 000 V ou en courant continu de 60 V à 1 500 V. C'est le cas pour la majorité des véhicules électriques et hybrides.



Systèmes haute tension dans les véhicules électriques

Fonctionnement

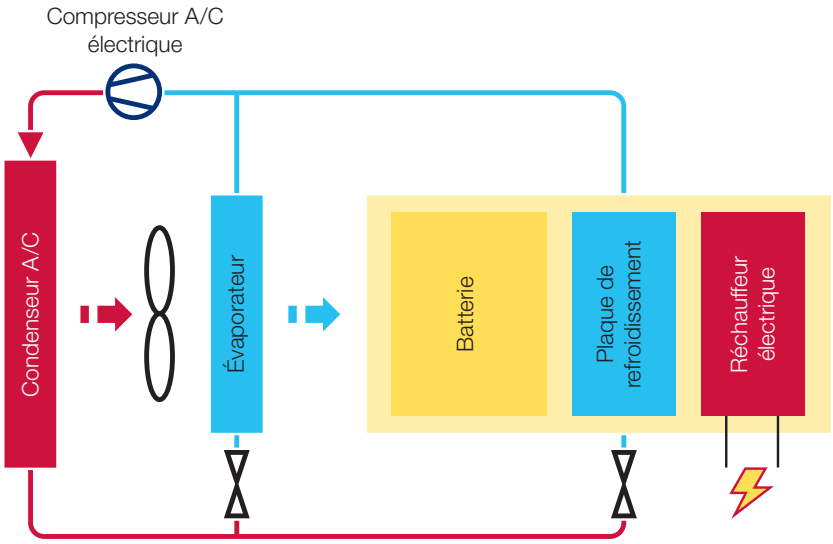
Par définition, un véhicule électrique est un véhicule entraîné par un moteur électrique. Il tire l'énergie nécessaire à sa propulsion d'une batterie de propulsion (accumulateur), donc ni d'une pile à combustible ni d'un prolongateur d'autonomie (range extender). Comme la voiture électrique n'émet pas de gaz d'échappement durant son fonctionnement, elle est classée véhicule zéro émission.

Sur un véhicule électrique, les roues sont entraînées par des moteurs électriques. L'énergie électrique est stockée dans des accumulateurs, c'est-à-dire dans une ou plusieurs batteries de propulsion et/ou d'alimentation. Les moteurs électriques à commande électronique peuvent délivrer leur couple maximal déjà à l'arrêt. Contrairement aux moteurs thermiques, ils n'ont généralement pas de boîte de vitesses et sont capables d'accélérations fulgurantes dès 0 km/h. Les moteurs électriques sont plus silencieux que les moteurs essence ou diesel, presque sans vibrations et n'émettent pas de gaz d'échappement nocifs. Leur rendement, très élevé, est supérieur à 90 %.

Le gain en poids grâce à l'absence des différents composants du moteur thermique (moteur, boîte de vitesses, réservoir) est compensé par le poids relativement élevé des batteries. De ce fait, les véhicules électriques sont souvent plus lourds que les véhicules essence ou diesel comparables. La capacité de la ou des batteries a une grande influence sur le poids et le prix du véhicule.

Climatisation et refroidissement à bord des véhicules électriques

Pour qu'un véhicule électrique puisse fonctionner avec un rendement particulièrement élevé, le moteur électrique, l'électronique de puissance et la batterie doivent être maintenus à une température optimale. Dans ce cas, une gestion thermique ingénieuse s'impose :

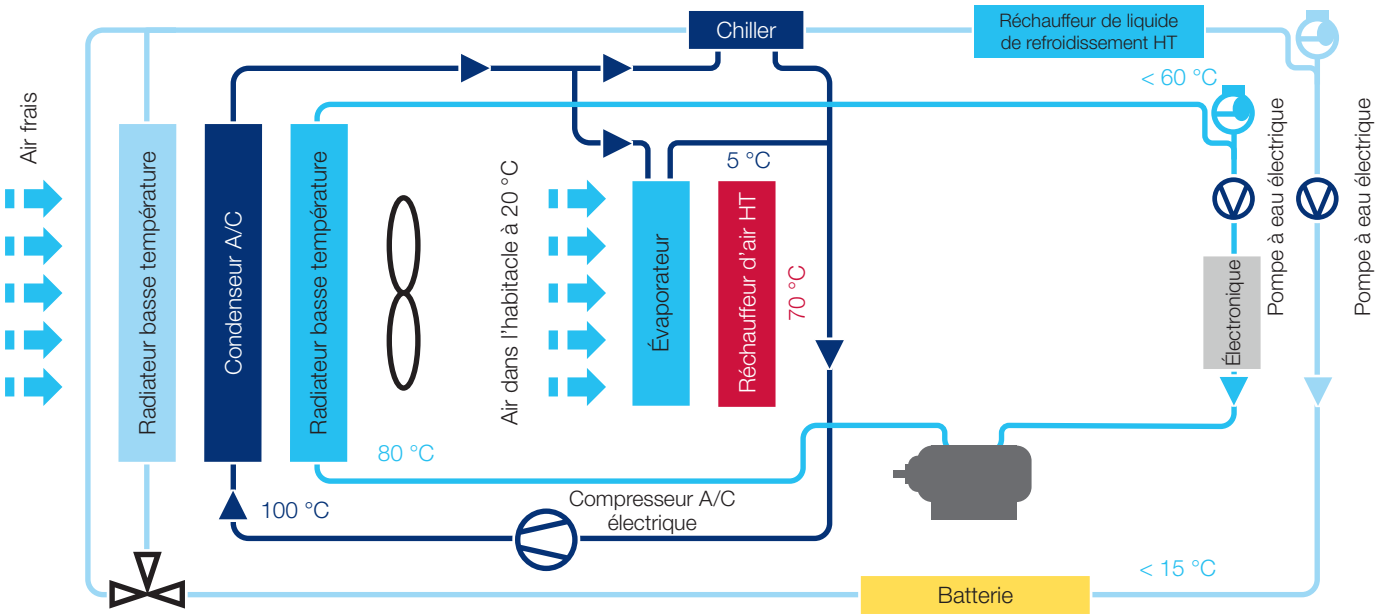


Circuit à base de fluide frigorigène

Système à base de fluide frigorigène (refroidissement direct des batteries)

Le circuit du système à base de fluide frigorigène est constitué des éléments principaux suivants : condenseur de climatisation, évaporateur et batterie d'accumulateurs (cellules de batterie, plaque de refroidissement et réchauffeur électrique). Il est alimenté par le circuit de fluide frigorigène de la climatisation et commandé séparément par des vannes et des capteurs de température. Le fonctionnement des différents composants est décrit dans les paragraphes suivants.

Circuit à base de liquide de refroidissement et de fluide frigorigène (refroidissement indirect de la batterie)



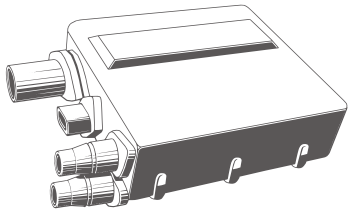
Plus les batteries sont puissantes, plus l'utilisation d'un circuit plus complexe à base de liquide de refroidissement et de fluide frigorigène est judicieuse. Le système de refroidissement se compose de plusieurs circuits, qui comportent chacun un radiateur basse température, une pompe à liquide de refroidissement, un thermostat et une vanne d'arrêt. Un échangeur de chaleur spécial (chiller) est également intégré au circuit de climatisation. Un réchauffeur de liquide de refroidissement haute tension veille à la régulation de la température de la batterie par temps froid.

La température du liquide de refroidissement du moteur électrique et de l'électronique de puissance est maintenue à moins de 60 °C dans un circuit séparé (circuit intérieur sur le schéma ci-dessus) à l'aide d'un radiateur basse température. Pour garantir sa pleine puissance et lui assurer une durée de vie la plus longue possible, la température du liquide de refroidissement de la batterie doit toujours être maintenue entre 15 °C et 30 °C. Lorsqu'il fait très froid, le liquide de refroidissement est chauffé par un réchauffeur haute tension. Lorsqu'il fait très chaud, il est refroidi par un radiateur basse température. Si cela ne suffit pas, un chiller relié tant au circuit de refroidissement qu'au circuit de climatisation se charge de le refroidir davantage. Dans ce cas, le fluide frigorigène de la climatisation traverse le chiller et refroidit le liquide de refroidissement qui, lui aussi, circule dans le chiller. La régulation s'effectue à l'aide de thermostats, capteurs, pompes et vannes.

Description des composants

Chiller

Le chiller est un échangeur de chaleur spécial, couplé tant au circuit de refroidissement qu'au circuit de climatisation. Il permet de faire encore baisser la température du liquide de refroidissement par le fluide frigorigène de la climatisation et d'obtenir, au besoin, un refroidissement indirect supplémentaire de la batterie par le biais de la climatisation. Pour ce faire, le liquide de refroidissement d'un circuit secondaire traverse les plaques de refroidissement de la batterie. Après avoir capté la chaleur, le liquide de refroidissement est refroidi jusqu'à la température de sortie dans un chiller. La baisse de température dans le chiller s'effectue par l'évaporation d'un autre fluide frigorigène, qui circule dans un circuit primaire.



Réchauffeur de liquide de refroidissement haute tension

Ce réchauffeur sert à réchauffer le liquide de refroidissement lorsqu'il fait très froid. Il est intégré dans le circuit de refroidissement.

Radiateur basse température

Le radiateur basse température sert à maintenir la température de l'électronique de puissance et du liquide de refroidissement du moteur électrique en-dessous de 60 °C dans un circuit séparé.

Thermostat

Les thermostats, qu'ils soient électriques ou mécaniques, maintiennent la température du liquide de refroidissement à un niveau constant.

Refroidisseur de batterie

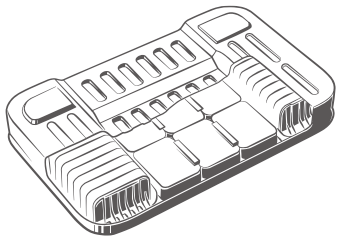
Sur chaque côté des plaques de refroidissement se trouve un module de batterie. Les modules de batterie et les plaques de refroidissement forment un pack de batterie compact. Pour le refroidissement direct de la batterie, les plaques de refroidissement sont traversées par le fluide frigorigène de la climatisation. Dans le cas du refroidissement indirect de la batterie, c'est le liquide de refroidissement qui traverse les plaques. Si la batterie n'est pas suffisamment refroidie par le refroidissement indirect, il est possible de faire baisser davantage la température via un chiller. Le chiller est un échangeur de chaleur spécial qui intervient lors du refroidissement indirect de la batterie et est raccordé tant au circuit de refroidissement qu'au circuit de climatisation.

Réchauffeur électrique/ réchauffeur haute tension

Sur les véhicules électriques, le liquide de refroidissement ne bénéficie pas de la chaleur du moteur. Il est donc nécessaire de chauffer l'habitacle à l'aide d'un réchauffeur électrique logé dans le système de ventilation.

Batterie haute tension

La batterie haute tension (batterie HT) est, avec le moteur électrique, l'un des éléments essentiels du véhicule électrique. Elle est constituée de plusieurs packs de batterie reliés en série, qui sont eux-mêmes composés de cellules. Les batteries HT sont généralement basées sur la technologie lithium-ion. Elles possèdent une haute densité d'énergie. La réaction chimique étant moins active, la performance des batteries HT diminue considérablement lorsque les températures sont négatives. À des températures supérieures à 30 °C, leur vieillissement s'accélère et, au-dessus de 40 °C, elles risquent d'être endommagées. Pour préserver sa durée de vie et ses performances le plus longtemps possible, la batterie doit fonctionner dans une certaine plage de température.



Vanne d'arrêt du liquide de refroidissement/fluide frigorigène

Les vannes d'arrêt du liquide de refroidissement/fluide frigorigène sont à commande électrique et ouvrent/ferment des parties du circuit de refroidissement/climatisation ou raccordent plusieurs circuits entre eux, selon les besoins.

Électronique de puissance

Son rôle dans le véhicule est de commander les moteurs électriques, de communiquer avec le système de commande du véhicule et de diagnostiquer la motorisation. L'électronique de puissance se compose généralement d'un module de commande électronique, d'un onduleur et d'un convertisseur continu-continu. Pour pouvoir la maintenir dans une certaine plage de température, l'électronique de puissance est couplée au circuit de chauffage/refroidissement.

Compresseur A/C électrique

Le compresseur est à entraînement électrique haute tension, ce qui permet de climatiser le véhicule, même moteur éteint, tout en abaissant la température du liquide de refroidissement à l'aide de la climatisation.

Condenseur A/C

Le condenseur sert à refroidir le fluide frigorigène chauffé par compression. Le fluide frigorigène chaud passe dans le condenseur et cède son énergie thermique via la canalisation et les lamelles. Refroidi, il passe de l'état gazeux à l'état liquide.

Pompe à eau électrique

Les pompes à eau ou à liquide de refroidissement électriques, dotées d'une régulation électronique intégrée, s'enclenchent en continu en fonction du refroidissement souhaité. Elles peuvent servir de pompes principales, pompes de dérivation ou pompes de circulation, et travaillent indépendamment du moteur, selon les besoins.

Climatisation

En raison de leur rendement élevé, les moteurs électriques ne rejettent que très peu de chaleur dans l'air lorsqu'ils sont en marche et pas de chaleur du tout à l'arrêt. Pour pouvoir chauffer la voiture ou dégivrer les vitres par temps froid, des chauffages additionnels sont donc nécessaires. Ces derniers sont de gros consommateurs d'énergie supplémentaires, très énergivores. Ils consomment l'énergie stockée dans les accumulateurs, ce qui impacte fortement l'autonomie, particulièrement en hiver. Les réchauffeurs électriques intégrés dans le système de ventilation sont une forme de chauffage simple et efficace, mais également très gourmande en énergie.

C'est pourquoi on fait désormais également appel aux pompes à chaleur, qui consomment peu d'énergie et peuvent également faire office de climatiseur en été. Les sièges chauffants et les vitres chauffantes restituent directement la chaleur aux endroits à chauffer, réduisant ainsi également les besoins en chauffage de l'habitacle. Les voitures électriques passent souvent leurs temps d'arrêt dans les stations de recharge. On peut y conditionner l'habitacle avant le départ, sans puiser dans les réserves de la batterie. Une fois en route, on aura besoin de beaucoup moins d'énergie pour le chauffage ou la climatisation. Par ailleurs, il est désormais possible de piloter le chauffage à distance via une application smartphone.

Gestion de la batterie

Il existe différents systèmes de gestion de la batterie, qui contrôlent l'état de charge, surveillent la température, font une estimation de l'autonomie et établissent un diagnostic. La durabilité dépend essentiellement des conditions d'utilisation et du respect des limites de fonctionnement. Les systèmes de contrôle des batteries d'accumulateurs, gestion de la température incluse, protègent la batterie contre les dangereuses surcharges ou décharges profondes et les seuils de température critiques. La surveillance de chacune des cellules de la batterie permet de réagir avant que d'autres cellules ne soient endommagées ou définitivement détériorées. Par ailleurs, les informations sur l'état des différents éléments de la batterie sont enregistrées à des fins d'entretien, et en cas d'anomalies, les messages correspondants sont transmis au conducteur.

Actuellement, la capacité de la batterie de la majorité des voitures électriques suffit pour les petites et moyennes distances. Une étude publiée en 2016 par le Massachusetts Institute of Technology a ainsi conclu que l'autonomie des voitures électriques en circulation aujourd'hui était suffisante pour 87 % des trajets. Les autonomies sont toutefois très fluctuantes. La vitesse du véhicule électrique, la température extérieure et surtout l'utilisation du chauffage et de la climatisation réduisent considérablement le rayon d'action. Les temps de charge de plus en plus courts et l'évolution constante de l'infrastructure de charge permettent cependant de pallier de plus en plus ces inconvénients.

Règles de base pour les interventions sur les véhicules électriques et hybrides

Conseils pratiques

Les véhicules électriques et hybrides sont obligatoirement équipés de composants haute tension, signalés par des autocollants d'avertissement. Quant aux câbles haute tension, ils sont de couleur orange, tous constructeurs confondus.

Les trois premières règles de sécurité à respecter lors d'interventions sur les véhicules équipés de systèmes haute tension sont donc :

1. Mettre hors tension

2. Empêcher toute remise sous tension

3. Vérifier l'absence de tension

Suivez les directives du constructeur et nos conseils pour les ateliers !

À quoi les ateliers et leurs employés doivent-ils prêter attention ?

Démarrer et déplacer le véhicule :

Pour être habilitée à conduire un véhicule équipé de systèmes haute tension, ne fût-ce que pour entrer ou sortir de l'atelier, la personne concernée doit y avoir été formée.

Maintenance :

Les opérations d'entretien (changer les roues, travaux d'inspection) sur les véhicules haute tension doivent uniquement être effectués par des personnes préalablement informées des dangers de ces installations haute tension et formées par un « spécialiste des travaux sur les véhicules HT à sécurité intrinsèque ».

Remplacement de composants haute tension :

Les personnes qui remplacent des composants haute tension, comme un compresseur de climatisation par exemple, doivent posséder l'habilitation correspondante (spécialiste des travaux sur les véhicules HT à sécurité intrinsèque).

Remplacement de la batterie :

La réparation ou le remplacement de composants haute tension (batterie) nécessite une habilitation spéciale.

Dépannage/remorquage/enlèvement :

Toute personne chargée du dépannage, du remorquage ou de l'enlèvement de véhicules équipés de systèmes haute tension doit avoir reçu une formation sur la structure et le fonctionnement des véhicules et de leurs systèmes haute tension. En outre, elle doit évidemment suivre les consignes du constructeur du véhicule. En cas de détérioration des composants haute tension (batterie), il convient de faire appel aux pompiers.

Climatisation de l'habitacle

Principe de base

Pour les concepts de propulsion courants impliquant un moteur à combustion, la climatisation de l'habitacle dépend directement du fonctionnement du moteur, le compresseur étant entraîné mécaniquement. Sur les véhicules dits micro hybrides, qui utilisent le système stop & start, le compresseur est entraîné par courroie, de sorte que, lorsque le véhicule est à l'arrêt moteur coupé, la température à la sortie de l'évaporateur de la climatisation augmente au bout de 2 secondes. L'augmentation lente de la température de l'air insufflé ainsi que l'humidité croissante qui en découlent sont ressenties comme gênantes par les occupants du véhicule.

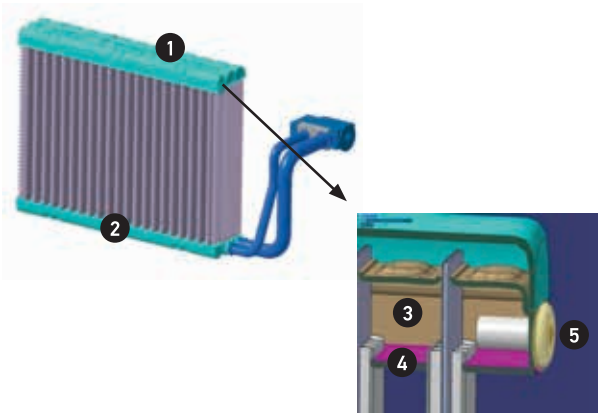
Pour faire face à ce problème, on peut désormais recourir à une nouvelle génération d'accumulateurs de froid appelés évaporateurs accumulateurs. L'évaporateur accumulateur se compose de deux blocs : un bloc évaporateur et un bloc accumulateur. Au démarrage ou lorsque le moteur est en marche, le fluide frigorigène circule dans les deux blocs. Pendant ce temps, un fluide latent présent dans l'évaporateur est refroidi jusqu'à geler et se transforme en accumulateur de froid.

Lorsque le véhicule est à l'arrêt, le moteur est coupé et, par conséquent, le compresseur de climatisation n'est pas entraîné. L'air chaud passant devant l'évaporateur refroidit, provoquant un échange thermique. Cet échange dure jusqu'à ce que le fluide latent ait entièrement fondu. Au redémarrage, le processus recommence, si bien que l'évaporateur accumulateur est à nouveau en mesure de refroidir l'air au bout d'une minute.

Sur les véhicules sans évaporateur accumulateur, lorsqu'il fait très chaud, il est nécessaire de redémarrer le moteur même après un court arrêt. C'est la seule manière de conserver la fraîcheur de l'habitacle. La climatisation inclut également le chauffage de l'habitacle en cas de besoin.

Sur les véhicules « full » hybrides, le moteur thermique est coupé lors du passage à l'électrique. La chaleur résiduelle présente dans le circuit d'eau ne suffit à chauffer l'habitacle qu'un court instant. Des réchauffeurs d'air haute tension sont alors activés pour prendre le relais. Leur mode de fonctionnement est similaire à celui d'un sèche-cheveux : l'air aspiré de l'habitacle par le ventilateur se réchauffe au contact des éléments chauffants puis retourne dans l'habitacle.

Évaporateur accumulateur

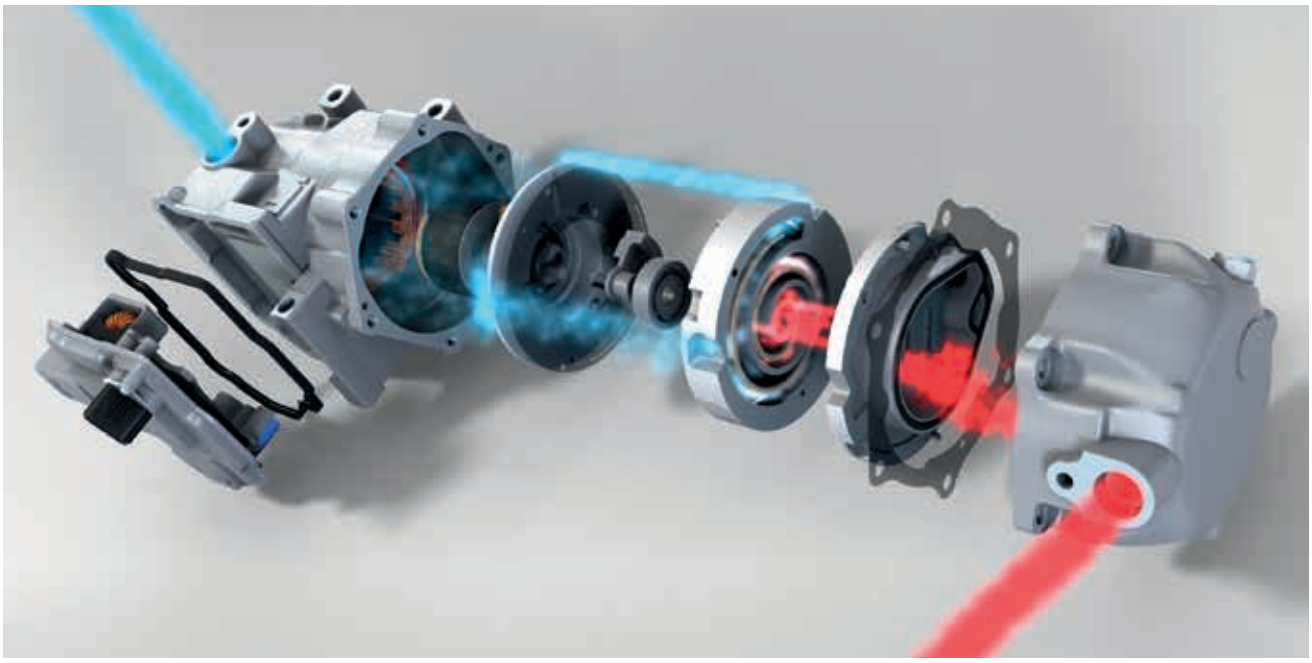


Représentation schématique – évaporateur accumulateur :
(1) bloc évaporateur de 40 mm de profondeur,
(2) bloc accumulateur de 15 mm de profondeur,
(3) fluide frigorigène, (4) fluide latent, (5) rivet aveugle

Compresseur A/C haute tension

Fonctionnement

Dans les véhicules « full » hybrides, l'entraînement du compresseur électrique haute tension est indépendant du fonctionnement du moteur thermique. Ce nouveau concept permet l'utilisation de nouvelles fonctions de climatisation, qui apportent plus de confort.



On peut rafraîchir l'habitacle chaud à la température souhaitée avant de prendre la route, la climatisation pouvant être pilotée à distance.

Ce refroidissement à l'arrêt n'est possible qu'en fonction de la capacité disponible de la batterie. Le compresseur démarre avec le moins de puissance possible en fonction des besoins de climatisation.

Avec les compresseurs haute tension actuels, la régulation de la puissance est effectuée en ajustant le régime par paliers de 50 tr/min, ce qui permet de se passer d'une régulation interne.

À l'inverse du principe des plateaux cycliques, dont l'utilisation est privilégiée dans les compresseurs à entraînement par courroie, c'est le principe Scroll qui est utilisé pour la compression du fluide frigorigène sur les compresseurs haute tension. Les avantages sont un gain de poids d'environ 20 % et une réduction équivalente de la cylindrée à puissance égale.

Pour générer l'important couple nécessaire à l'entraînement du compresseur électrique, une tension continue de plus de 200 volts est appliquée, ce qui est très élevé pour un véhicule. L'onduleur intégré dans le moteur électrique convertit cette tension continue en une tension alternative triphasée requise par le moteur électrique sans balais. La dissipation de chaleur nécessaire de l'onduleur et du bobinage moteur est possible grâce au reflux du fluide frigorigène vers le côté aspiration.

Gestion de la température de la batterie

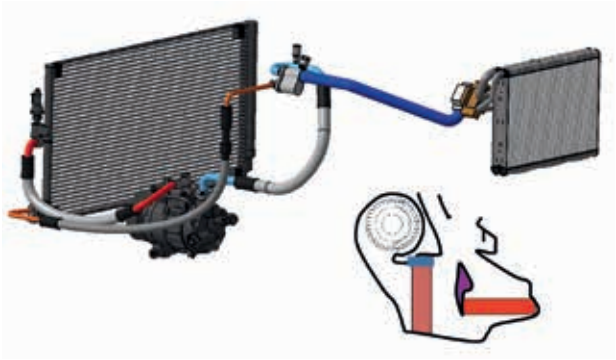
Comparaison

Gestion de la température de la batterie

La batterie est essentielle au fonctionnement d'un véhicule électrique ou hybride. Elle doit fournir de manière rapide et fiable les importantes quantités d'énergie nécessaires à sa propulsion. Il s'agit généralement de batteries haute tension lithium-ion ou nickel-hydrure métallique, plus petites et plus légères.

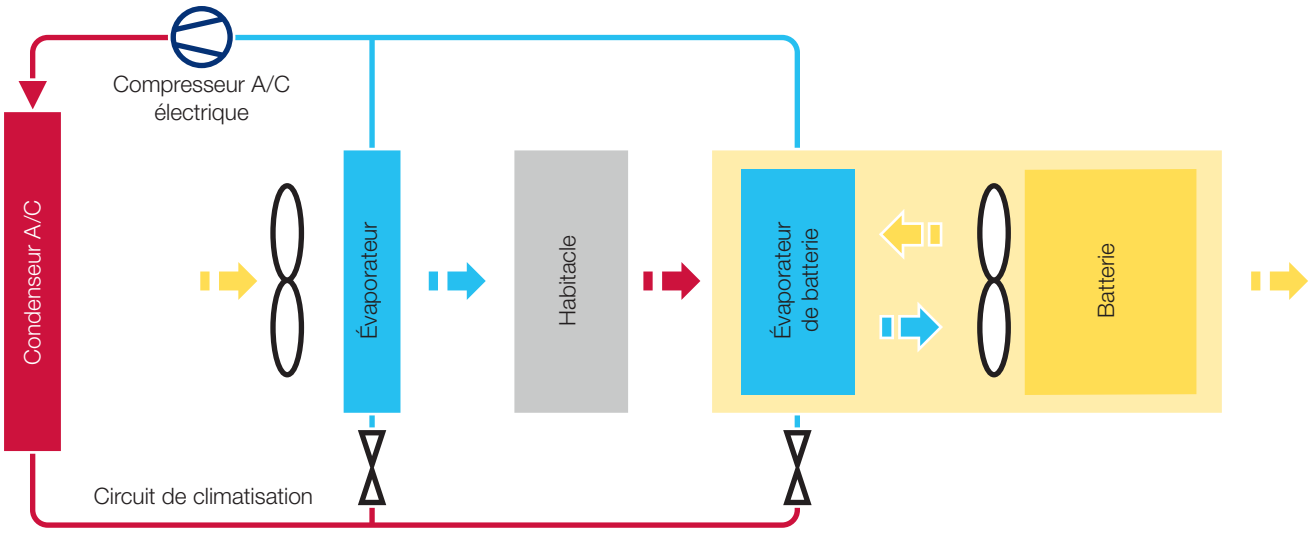
Les batteries doivent impérativement être exploitées dans une plage de température précise. À partir d'une température de service de +40 °C, leur durée de vie diminue, alors qu'en dessous de 0 °C, elles perdent en énergie et en puissance. Par ailleurs, l'écart de température entre les différentes cellules ne doit pas dépasser une certaine valeur.

De courts pics de charge associés à des flux élevés comme le freinage régénératif et le boost entraînent un échauffement conséquent des cellules. De plus, les grosses chaleurs d'été



contribuent à faire rapidement grimper la température pour atteindre le seuil critique de 40 °C. Cette surchauffe accélère le vieillissement et donc la défaillance prématurée de la batterie. Les constructeurs automobiles utilisent des batteries d'une durée de vie égale à la durée de vie moyenne d'un véhicule, soit 8 à 10 ans. Seule une gestion thermique adéquate peut donc protéger la batterie contre un vieillissement précoce. Trois solutions de gestion thermique sont appliquées à ce jour :

Solution 1



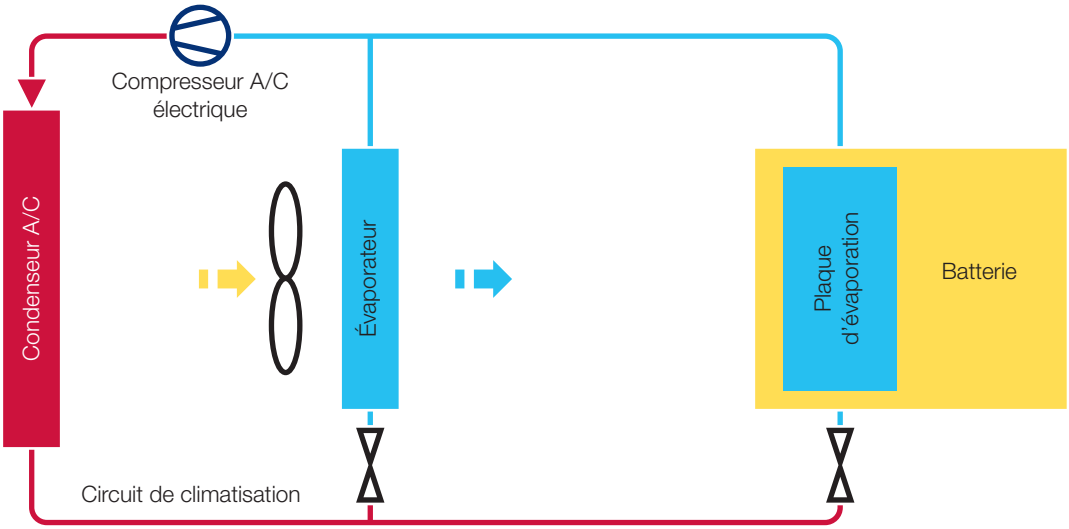
L'air est aspiré hors de l'habitacle climatisé et utilisé pour le refroidissement de la batterie. Cet air frais, d'une température inférieure à 40 °C, circule autour des surfaces accessibles du pack de batterie.

Inconvénients de cette solution :

- La faible efficacité du refroidissement.
- L'air aspiré de l'habitacle ne permet pas une baisse uniforme de la température.
- Le guidage complexe de l'air.
- Les bruits gênants générés par le pulseur d'air dans l'habitacle.
- Les conduites d'air créent une liaison directe entre l'habitacle et la batterie, ce qui pose un problème de sécurité (dégazage de la batterie, par ex.).
- Le risque de pénétration d'impuretés dans la batterie n'est pas non plus à négliger, l'air de l'habitacle contenant également de la poussière, qui se dépose entre les cellules et forme un dépôt conducteur avec l'humidité condensée de l'air. Ce dépôt favorise les courants de fuite dans la batterie.

Pour couper court à ce risque, l'air aspiré est filtré. Une variante consiste à refroidir l'air via un petit climatiseur séparé, comme dans les climatisations arrière des véhicules haut de gamme.

Solution 2



Une plaque d'évaporation spéciale, intégrée dans la cellule de batterie, est raccordée à la climatisation du véhicule. Ce procédé appelé splitting est réalisé côté haute pression et basse pression via des conduites et un détendeur. De cette manière, l'évaporateur d'habitacle et la plaque d'évaporation de la batterie, qui fonctionne comme un évaporateur classique, sont raccordés à un seul et même circuit.

Les rôles différents des deux évaporateurs engendrent des contraintes différentes concernant le débit de fluide frigorigène. Tandis que l'habitacle doit être refroidi de manière satisfaisante pour le confort des passagers, la batterie haute tension doit être refroidie plus ou moins fortement selon les conditions de circulation et la température ambiante.

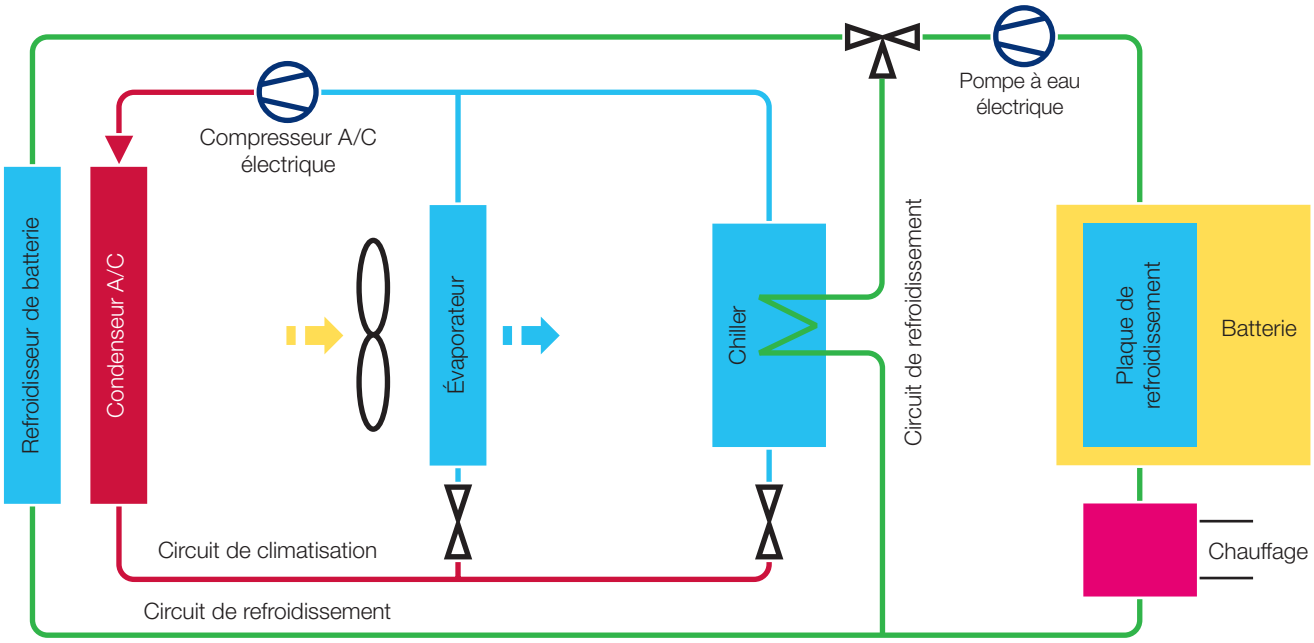
Tous ces besoins entraînent une régulation complexe de la quantité de fluide frigorigène évaporé. La forme particulière de la plaque d'évaporation, qui a permis son intégration dans la batterie, fournit une surface de contact importante pour l'échange thermique, ce qui prévient tout dépassement du seuil critique de température de 40 °C.

Lorsque la température extérieure est très basse, il faudrait une hausse d'au moins 15 °C pour atteindre la température idéale de la batterie. La plaque d'évaporation n'est toutefois d'aucun secours dans ce cas. Une batterie froide est moins performante qu'une batterie bien tempérée ; à des températures largement négatives, elle ne peut presque plus être chargée. C'est acceptable sur les véhicules « mild » hybrides où, dans le pire des cas, la fonction hybride n'est que partiellement disponible, mais où il est toujours possible de rouler avec le moteur thermique. Sur un véhicule 100 % électrique par contre, il faut prévoir un chauffage de batterie pour pouvoir démarrer et rouler en hiver.

Remarque

Les plaques d'évaporation, qui sont directement intégrées dans la batterie, ne se remplacent pas individuellement. Si elles sont détériorées, il faut remplacer la batterie complète.

Solution 3



Pour les batteries de capacité élevée, une régulation correcte de la température est fondamentale. C'est pourquoi, par très basses températures, il est nécessaire de prévoir un chauffage supplémentaire de la batterie pour l'amener dans la plage de température idéale, condition sine qua non pour qu'elle atteigne une autonomie satisfaisante en mode tout électrique.

Pour obtenir ce chauffage supplémentaire, la batterie est reliée à un circuit secondaire. Ce circuit veille à ce que la température de fonctionnement soit constamment maintenue dans la plage idéale située entre 15 °C et 30 °C. Dans le bloc-batterie, une plaque de refroidissement est traversée par du liquide de refroidissement composé d'eau et de glycol (circuit vert). Par temps froid, un chauffage réchauffe rapidement le liquide de refroidissement jusqu'à la température idéale. Si la température de la batterie augmente pendant l'utilisation des fonctions hybrides, le chauffage est coupé. Le liquide de refroidissement peut alors être refroidi par le refroidisseur de batterie se trouvant à l'avant du véhicule ou par le radiateur basse température grâce au vent relatif.

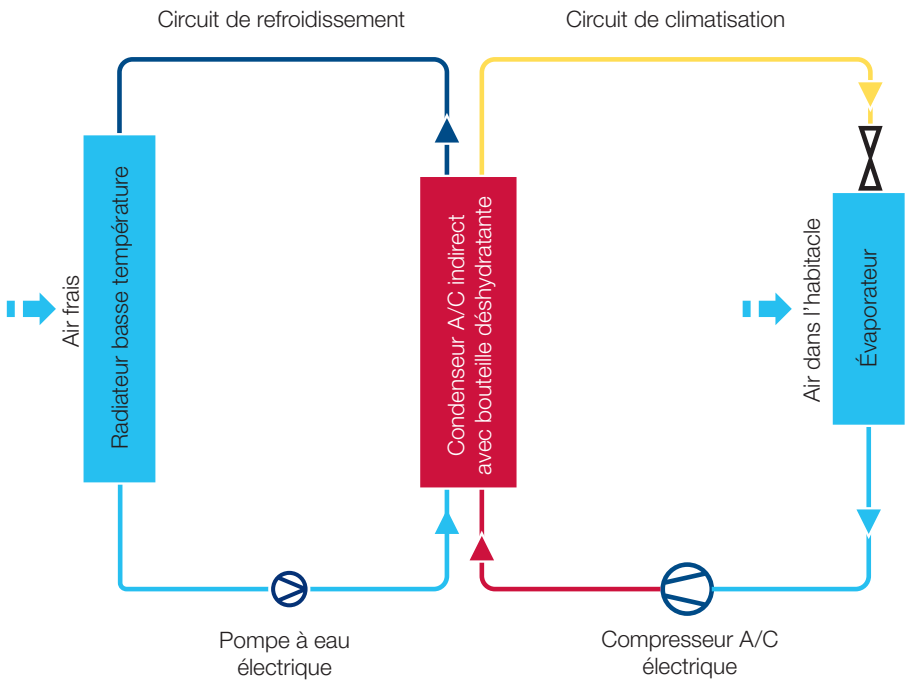
Si ce refroidissement est insuffisant en raison de fortes températures extérieures, le liquide de refroidissement traverse un chiller, où le fluide frigorigène de la climatisation s'évapore. En outre, une chaleur très compacte et à haute densité de puissance peut être transmise du circuit secondaire au fluide frigorigène évaporé, ce qui entraîne un refroidissement supplémentaire du liquide de refroidissement. Le chiller permet ainsi d'utiliser la batterie dans une plage de température optimale.

Condenseur A/C indirect

Les condenseurs A/C indirects refroidissent et liquéfient le fluide frigorigène chauffé après compression par le compresseur de climatisation. Déjà utilisés dans de nombreux véhicules modernes équipés d'un moteur à combustion interne, ils constituent également la meilleure option technique pour les véhicules hybrides et électriques. Ils sont plus petits, plus efficaces et plus puissants que les condenseurs de climatisation à refroidissement direct, car le transfert de chaleur au fluide frigorifique est nettement meilleur que le transfert de chaleur au vent relatif créé par le déplacement. La conception indirecte permet une grande flexibilité en termes de positionnement dans le véhicule et rend inutile la présence d'un condenseur de climatisation classique à l'avant du véhicule. En effet, un condenseur de climatisation indirect n'utilise pas le vent relatif créé par le déplacement ; il est plutôt traversé par le fluide frigorigène et par le liquide de refroidissement du radiateur basse température. La température plus basse du liquide de refroidissement refroidit le fluide frigorigène chaud sortant du compresseur de climatisation à l'état gazeux et entraîne sa condensation. Comme le condenseur de climatisation indirect n'a pas besoin d'être installé à l'avant du véhicule, il est mieux protégé contre les dommages mécaniques (impact de gravillons, accident). Les radiateurs de refroidissement principaux et le radiateur basse température reçoivent plus d'air, ce qui augmente l'efficacité de l'ensemble du système.

En fonction de la conception du véhicule et de l'emplacement du condenseur de climatisation indirect, déjà plus compact, il est possible de raccorder ce dernier au système avec des tuyaux et des durites plus courts. On peut ainsi limiter la quantité de fluide frigorigène dans le circuit par rapport à un condenseur de climatisation direct.

Le condenseur de climatisation indirect dispose de deux entrées et de deux sorties pour le fluide frigorigène et le liquide de refroidissement ainsi que, pour certaines versions, d'une bouteille déshydratante intégrée. Cela le rend très compact et réduit également le nombre de durites. Dans les différentes versions (sans/avec bouteille déshydratante), le condenseur de climatisation peut être utilisé dans les véhicules équipés d'une climatisation, ou d'une pompe à chaleur et d'une climatisation.



Pompe à chaleur

Pour les véhicules à entraînement alternatif, la pompe à chaleur est une solution efficace et peu gourmande en énergie pour chauffer l'habitacle.

L'habitacle des voitures électriques a besoin d'être chauffé en hiver. Si la chaleur nécessaire de plusieurs kilowatts est produite par des réchauffeurs électriques, l'autonomie de la batterie de propulsion s'en trouvera sensiblement réduite.

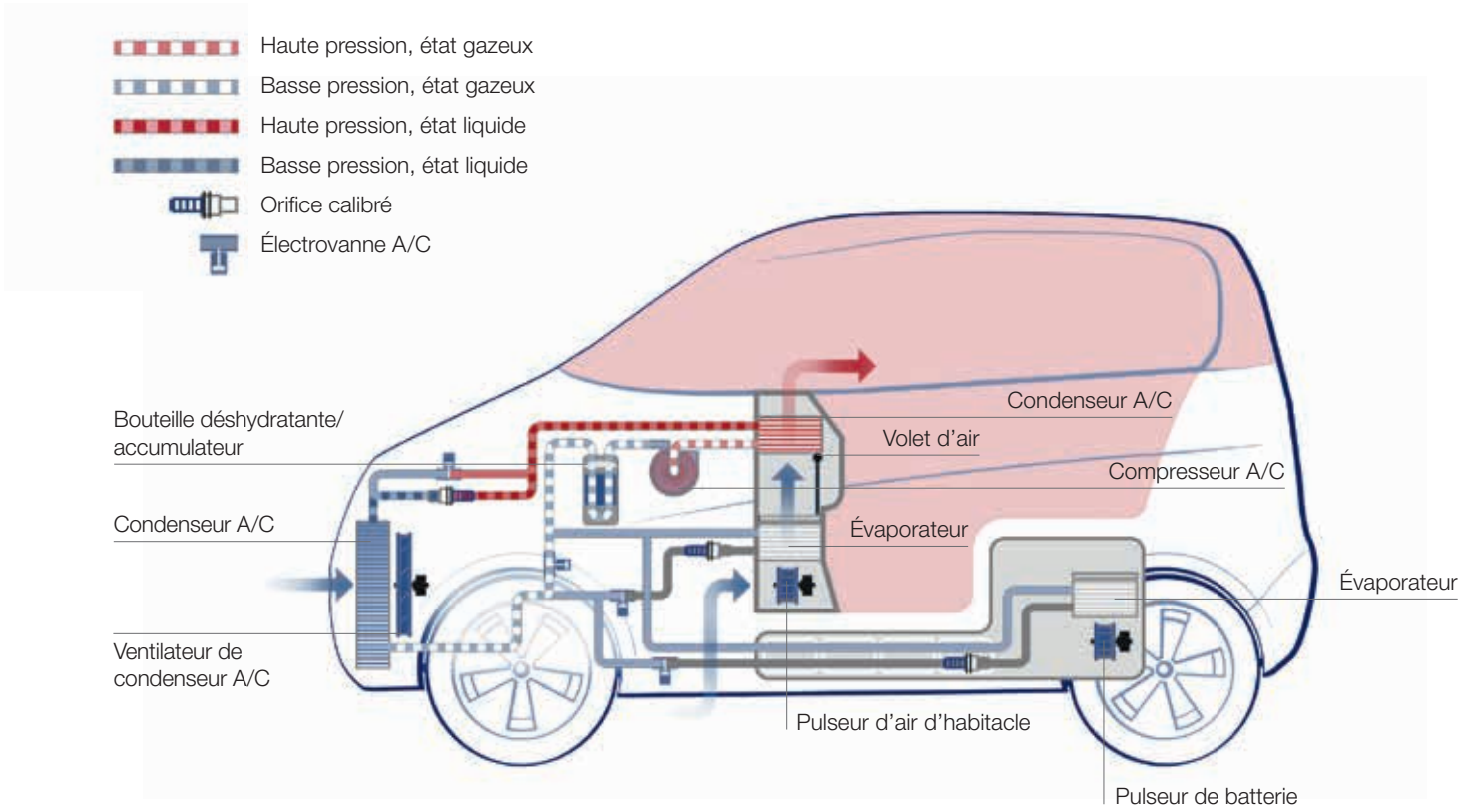
Une pompe à chaleur extrait la chaleur de l'air extérieur et la transporte vers l'habitacle. Suivant la température extérieure, la pompe à chaleur n'a besoin que d'environ un tiers de la puissance électrique de la batterie de propulsion pour atteindre le même degré de chauffage de l'habitacle.

Comment fonctionne une pompe à chaleur ?

Toute climatisation est en fait une pompe à chaleur. Pour refroidir l'habitacle, la chaleur est acheminée vers l'extérieur via le condenseur de climatisation. Pour refroidir la batterie également, via un évaporateur avec ventilateur dans cet exemple, la chaleur est transportée de la batterie vers le condenseur de climatisation à l'avant du véhicule (extérieur).

La pompe à chaleur utilise le même compresseur de climatisation. Un condenseur de climatisation supplémentaire dans l'habitacle du véhicule apporte la chaleur dans l'habitacle via un volet d'air. Dans le même temps, une électrovanne commute le circuit de refroidissement de manière à ce que le condenseur de climatisation à l'avant du véhicule serve désormais d'évaporateur. Les circuits de climatisation, de refroidissement de la batterie et de chauffage sont commutés via différentes électrovannes.

Structure de la pompe à chaleur dans la voiture électrique



Pile à combustible et hydrogène

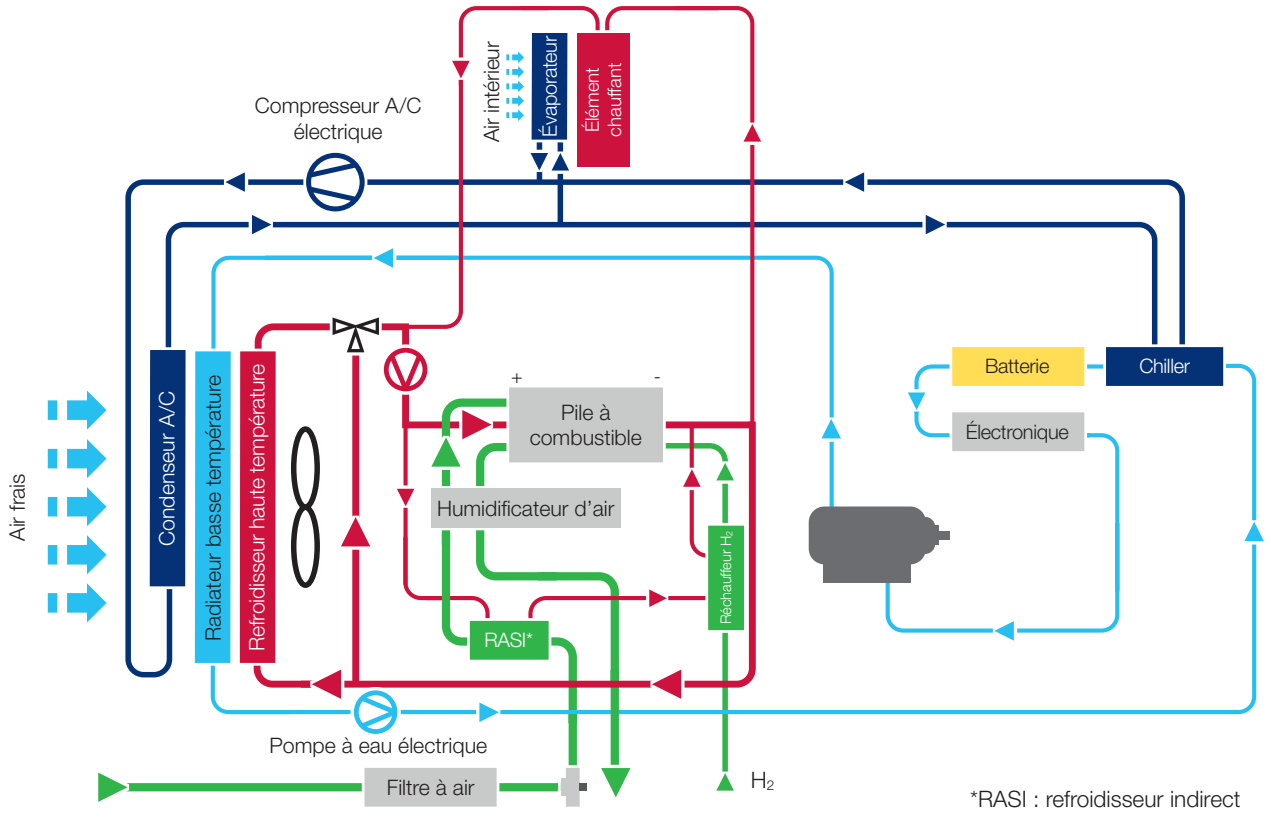
Les véhicules électriques à pile à combustible utilisent l'hydrogène comme source d'énergie. L'hydrogène est stocké sous haute pression dans le réservoir sous pression du véhicule. Il est acheminé jusqu'à la pile à combustible en même temps que l'air d'admission comprimé. La pile à combustible produit du courant électrique pour le moteur de propulsion et les blocs auxiliaires.

Comme la pile à combustible fonctionne relativement lentement, une batterie plus petite est également installée dans le véhicule. Pour l'accélération et le freinage régénératif, la batterie joue un rôle de tampon.

L'électronique de puissance, le moteur et la pile à combustible dépendent fortement de la régulation optimale de la température. La pile à combustible a également besoin d'un air particulièrement propre, notamment exempt de gaz nocifs, tels que l'ammoniac. Les membranes de la pile à combustible doivent aussi être humidifiées pour fonctionner de manière fiable pendant une longue période.

Les avantages d'un véhicule électrique à pile à combustible sont une grande autonomie et un plein rapide.

Composants et sous-ensembles des véhicules électriques à pile à combustible



Huiles pour compresseurs A/C électriques

Une panne du compresseur de climatisation électrique peut coûter cher. Pour éviter que cela ne se produise, il faut également utiliser de l'huile pour compresseur de haute qualité. L'huile est l'un des composants essentiels à la longévité du compresseur. Alors pourquoi faire compliqué quand on peut faire simple ? Nous recommandons l'huile pour compresseur suivante : PAO 68 de MAHLE. Cette huile multigrade non hygroscopique lubrifie de manière fiable les compresseurs de climatisation et constitue une solution économique pour les ateliers. Elle convient aussi bien aux fluides frigorigènes R134a et R1234yf qu'aux compresseurs de climatisation mécaniques et électriques.

Huile PAO 68

- Non hygroscopique : contrairement aux autres huiles, la PAO 68 n'absorbe pas l'humidité ambiante.
- Possibilité d'utilisation en remplacement de différentes huiles PAG (voir la liste des utilisations !) : stockage d'une seule huile au lieu de trois jusqu'ici.
- Plus de 20 ans d'expérience pratique.
- Augmentation de la performance de la climatisation.
- Aucun effet négatif sur les composants de la climatisation (valable aussi pour les stations de charge et d'entretien de climatisation/le test « sealed tube » du fabricant conformément à la norme ASHRAE 97)
- Notre huile PAO 68 AA1 Clear Version (sans traceur) peut aussi être utilisée avec le nouveau fluide frigorigène R1234yf ainsi que dans les compresseurs électriques pour les véhicules hybrides et électriques.

Avantages et effets

- L'huile PAO n'étant pas hygroscopique, elle est facile à manier dans les ateliers ; la quantité d'huile nécessaire peut également être versée à partir de grands récipients (par ex. de 5 litres).
- La faible miscibilité du fluide frigorigène dans l'huile signifie que l'huile PAO n'est pas diluée et qu'elle conserve sa pleine viscosité dans le compresseur de climatisation.
- Un film d'huile sur les composants améliore l'étanchéité et diminue les frottements entre les pièces en mouvement dans le compresseur de climatisation.
- La température de service et l'usure sont diminuées.
- La sécurité de fonctionnement est augmentée, le bruit, la durée de fonctionnement et la consommation d'énergie du compresseur de climatisation réduits.

Vous trouverez ici des informations complémentaires sur notre huile PAO 68 ainsi que sur d'autres huiles pour compresseurs de climatisation.

Référence MAHLE/ MAHLE Service Solutions	Produit	Classe de viscosité	Con-tenu	Utilisable pour fluide frigorigène	Utilisable pour	Utilisable pour types de com-presseurs A/C
PAO 68 AA1 – Clear Version (sans traceur)						
ACPL 10 000P 1010350483XX	PAO AA1 Clear Version	ISO 68	1,0 l	R1234yf, R134a, R413a, R22, R12, R507a, R500, R502, R513a	Climatisations de véhicules à moteur essence ou diesel classique (véhicules parti-culiers, véhicules utilitaires, engins agricoles et de chantier) ; climatisations de véhicules hybrides et électriques ; climatisations de véhicules frigorifiques	Tous types de compresseurs (y compris élec-triques), sauf compresseurs à palettes
ACPL 11 000P 1010350484XX	PAO AA1 Clear Version	ISO 68	500 ml			
ACPL 14 000P 1010350486XX	PAO AA1 Clear Version	ISO 68	5,0 l			
PAO 68 AA3 – Clear Version (sans traceur)						
ACPL 13 000P 1010350485XX	PAO AA3 Clear Version	ISO 100	1,0 l	R1234y, R134a, R413a, R513a	Climatisations de véhicules à moteur essence ou diesel classique, ainsi qu'à entraî-nement électrique ou hy-bride (véhicules particuliers, véhicules utilitaires, engins agricoles et de chantier)	Spécialement pour compres-seurs à palettes

Formation continue pour la réparation des véhicules électriques et hybrides

Bon à savoir

Il est indispensable de suivre une formation continue permanente pour pouvoir entretenir et réparer les systèmes complexes dans les véhicules électriques et hybrides, notamment pour la gestion thermique. En Allemagne, par exemple, les employés intervenant sur de tels systèmes haute tension ont besoin d'une formation supplémentaire de deux jours à titre de « spécialistes des travaux sur les véhicules haute tension (HT) à sécurité intrinsèque ».

Les connaissances ainsi acquises permettent d'évaluer le danger des interventions nécessaires sur le système et de réaliser la mise hors tension pour toute la durée des travaux. Il est interdit d'effectuer des interventions sur les systèmes haute tension ou leurs composants si l'on ne dispose pas d'une formation adéquate. La réparation ou le remplacement de composants haute tension (batterie) nécessite une habilitation spéciale.

Formations de gestion thermique proposées

Apprenti, mécanicien d'atelier expérimenté ou ingénieur : vous trouverez forcément une formation adaptée à vos besoins dans l'offre MAHLE Aftermarket.

En plus des formations théoriques, MAHLE Aftermarket propose des formations pratiques et spécifiques sur la prévention des dommages pour les véhicules particuliers, les poids lourds, les machines agricoles et les engins de chantier.

Avec MAHLE Aftermarket, tout est simple : vous sélectionnez le thème souhaité, le lieu et la date de la formation, et nous organisons tout le reste. Contactez simplement votre partenaire de distribution MAHLE Aftermarket ou adressez-vous par courriel à : **ma.training@mahle.com**

Les experts techniques de MAHLE Aftermarket se feront un plaisir d'organiser pour vous des événements passionnants !

- T-AC Climatisation dans le véhicule : structure, fonctionnement et causes fréquentes de pannes des climatisations
- Formation générale C-SK pour les climatisations automobiles

Conseils pour les ateliers

Entretien des véhicules électriques et hybrides

Même les interventions générales de révision et de réparation (pot d'échappement, pneus, amortisseurs, vidange, changement de pneus, etc.) représentent une situation particulière. Elles doivent uniquement être effectuées par des personnes préalablement informées des dangers de ces installations haute tension et formées par un « spécialiste des travaux sur les véhicules HT à sécurité intrinsèque ». De plus, il est impératif d'utiliser des outils qui répondent aux spécifications des constructeurs automobiles !

Les ateliers de réparation automobile sont tenus de former tous leurs employés chargés du fonctionnement, de l'entretien et de la réparation des véhicules électriques et hybrides. Tenez compte des spécificités locales.

Outillage pour les interventions sur le système haute tension

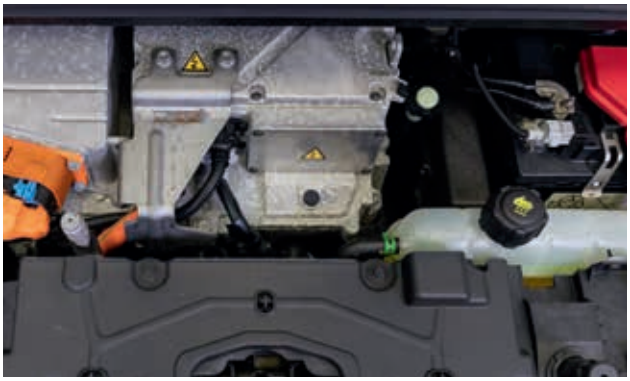
Dépannage, remorquage et enlèvement des véhicules électriques et hybrides

Les conductrices et conducteurs de véhicules équipés de systèmes haute tension (HT) ne sont pas exposés à des risques électriques directs, même en cas de panne, les constructeurs automobiles ayant pris diverses mesures pour sécuriser ce système. Le dépannage des véhicules équipés d'un système HT n'est pas dangereux tant qu'aucune intervention sur l'installation HT n'est nécessaire pour réparer les dysfonctionnements.

Le dépannage ou le remorquage de véhicules accidentés, bloqués dans la neige ou immergés ne sont toutefois pas sans danger. Bien que la sécurité intrinsèque des véhicules protégeant contre les risques d'électrisation ou d'arc électrique soit très élevée, il n'existe pas de sécurité à 100 % pour chaque sinistre. En cas de doute, il convient de se reporter aux informations données par le constructeur du véhicule.

À quoi puis-je reconnaître un véhicule équipé d'un système haute tension ?

- À l'inscription sur le tableau de bord ou sur le véhicule
- Aux câbles haute tension de couleur orange (voir illustration) ; en règle générale, ne touchez pas les composants haute tension ni les câbles orange
- Au marquage des composants HT (voir illustration)



Composants haute tension du compartiment moteur

Qui est autorisé à assurer le dépannage ?

Le dépannage des véhicules électriques et hybrides doit être confié au personnel qualifié. C'est pourquoi les dépanneurs reçoivent une formation sur la structure et le fonctionnement des véhicules équipés de systèmes haute tension. Suivez la réglementation locale sur les travaux non électroniques (en Allemagne, il s'agit de l'Information 200-005 de la DGUV « Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen » (anciennement BGI 8686). Tenez compte des spécificités locales.).

Premiers gestes lors d'un dépannage ?

- Retirez la clé de contact (attention : les transpondeurs s'enclenchent à l'approche) puis retirez le sectionneur de la batterie haute tension.
- Vérifiez visuellement si les composants HT sont endommagés.
- N'intervenez pas sur les composants HT : seules les personnes qualifiées sont autorisées à intervenir sur les véhicules équipés de systèmes haute tension. Il en va de même si les composants HT ont été endommagés lors du dépannage.
- Une tension résiduelle peut encore être présente, selon le constructeur même pendant quelques minutes après la coupure du système HT.

Sectionneur

Démarrage avec des câbles, enlèvement et remorquage : quelles précautions prendre ?

Démarrage avec des câbles

Suivez impérativement les instructions du constructeur. Seuls quelques rares véhicules permettent un démarrage avec des câbles via le réseau de bord 12/24 V en courant continu. La présence de dangereuses tensions résiduelles n'ayant pas été déchargées par la résistance de décharge continue n'est pas à exclure. Avant d'ouvrir, suivez les instructions du mode d'emploi et/ou les informations techniques du constructeur.

Enlèvement et remorquage

- En principe, les véhicules non endommagés peuvent être transportés sur une dépanneuse (à plateau).
- Pour le remorquage avec une barre ou une corde, suivez les consignes du constructeur.
- Pour l'enlèvement des véhicules en toute sécurité, tenez compte de toutes les mesures décrites dans le chapitre « Assistance pour les voitures électriques en toute sécurité ».
- Si le véhicule est remorqué/enlevé à l'aide d'un treuil, veillez à ce qu'aucun composant HT ne se trouve à proximité des points d'attache et ne soit endommagé. Ces précautions sont également valables lors du levage à l'aide d'un cric ou d'une grue de chargement.

Que dois-je faire en cas d'accident ?

- En cas d'accident, le système HT est généralement neutralisé par le déclenchement de l'airbag. C'est le cas sur presque tous les véhicules particuliers, mais pas forcément sur les véhicules utilitaires.
- Pour intervenir sans danger sur des véhicules accidentés, prenez les mesures décrites au chapitre « Règles de base pour les interventions sur les véhicules électriques et hybrides ».
- Certains constructeurs recommandent voire exigent de débrancher la borne négative de la batterie 12/24 V du réseau de bord (pour plus de précisions, voir les fiches de secours respectives).
- Les batteries HT et les condenseurs HT (accumulateurs d'énergie dans les véhicules utilitaires) qui ont été endommagés ou arrachés lors d'un accident représentent un danger particulier. Contactez les pompiers en précisant qu'il s'agit d'un véhicule électrique. Lors de la manipulation de batteries HT endommagées, portez un équipement de protection individuelle approprié (protection faciale, gants isolants).
- Le liquide contenu dans les batteries étant très corrosif ou irritant, selon le type de batterie, évitez tout contact. Après un accident, il n'est pas impossible que les batteries HT prennent feu ultérieurement suite à des réactions internes. Les véhicules accidentés ne doivent pas être stockés dans des locaux fermés.

Page d'accueil « Campagne Gestion thermique »

- Avec les supports publicitaires « Keep cool ! » et notre mascotte, le pingouin Ole, nous continuons à soutenir activement les ateliers dans la vente de bilans climatisation aux automobilistes. Nous fournissons également une assistance technique pratique, telle que des informations sur les quantités de remplissage.
- Désormais en ligne : le microsite de la campagne Gestion thermique MAHLE met à disposition des ateliers des supports numériques, tels que des bannières en ligne et des brochures numériques.

De plus amples informations sont disponibles ici.

Équipement d'atelier MAHLE Service Solutions

MAHLE Service Solutions est le partenaire qu'il vous faut pour l'entretien professionnel de plus en plus essentiel des systèmes de climatisation. En effet, dans les véhicules électriques et hybrides, la climatisation assure également la bonne régulation de la température de la batterie de propulsion ! Pour la bonne santé de la batterie, découvrez nos appareils de diagnostic TechPRO® avec E-SCAN et le nouveau BatteryPRO E-HEALTH, qui permet un diagnostic rapide de la batterie de propulsion. Avec en plus le nouvel appareil de maintenance E-CARE pour l'entretien des circuits de refroidissement des batteries de véhicules, vous êtes paré pour l'avenir !

Vous trouverez ici la grande gamme de stations de charge et d'entretien de climatisation et leurs accessoires.

Stations de charge et d'entretien de climatisation ArcticPRO®

Référence : 1010350383XX

ArcticPRO® ACX 380 est la meilleure de nos stations d'entretien de clim pour le fluide R134a. Il n'y a pas mieux ! Elle présente toutes les qualités de la gamme, auxquelles s'ajoute l'extrême confort du circuit d'huile POE intégré, très utile pour ceux qui réalisent souvent l'entretien des véhicules électriques ou hybrides en plus de celui des véhicules à moteur traditionnel. La station ACX380 pour systèmes à R134a se convertit aisément en station pour R1234yf ou, au besoin, pour R513a. Notre module de diagnostic climatisation intégré en option permet également de réaliser un diagnostic professionnel des composants de la climatisation directement sur la station de charge et d'entretien.

Référence : 1010350384XX

ArcticPRO® ACX 480 est le fleuron des stations d'entretien de climatisation pour le fluide R1234yf. Elle permet de réaliser un entretien entièrement automatisé des climatisations et d'assurer un résultat parfait tout en vaquant à d'autres activités. Entretien climatisation sûr, efficace et économique garanti ! La station ACX 480 intègre également des applications spéciales, qui permettent une gestion totalement innovante et pratique, y compris l'appareil de diagnostic TechPRO®, qui élargit encore plus le champ d'action.

Grâce à leur fonction de rinçage intégrée, toutes les stations de charge et d'entretien de climatisation MAHLE ArcticPRO® permettent un rinçage rapide et économique des climatisations utilisant les fluides frigorigènes R134a et R1234yf. Un appareil de rinçage externe ainsi qu'un kit de rinçage sont toutefois nécessaires. Les deux peuvent être commandés séparément. Une fois la fonction activée sur l'appareil, le climatiseur est rincé avec du fluide frigorigène liquide puis séché sous haute pression, après quoi le fluide est de nouveau aspiré. Ce cycle doit être répété trois fois pour obtenir un nettoyage optimal.

Accessoires pour le rinçage avec les stations de charge et d'entretien de climatisation ArcticPRO®

Avec ses stations de charge et d'entretien de climatisation, MAHLE élargit encore davantage sa gamme de produits connectés pour l'atelier. Via une application smartphone, les mécaniciens peuvent visualiser et suivre les opérations en cours de la station ou programmer automatiquement un entretien. L'interface ASA de la station et l'intégration dans le réseau de l'atelier permettent un échange rapide des données. Le grand écran tactile de série sur toutes les stations affiche en permanence toutes les informations, les opérations programmées et celles en cours.

Un démarrage rapide est possible à tout moment. On peut continuer à intervenir sur le véhicule pendant que des mises à jour automatiques du logiciel sont effectuées en arrière-plan par Wi-Fi. Un raccordement direct de la station d'entretien de climatisation permet de détecter rapidement les éventuels défauts d'étanchéité dans la climatisation à l'aide d'azote ou de gaz de formage. Pour gagner du temps, la maintenance des stations peut s'effectuer à distance : les ateliers reçoivent via Wi-Fi une assistance et un diagnostic rapides directement sur la station.

Référence : 1010350276XX

Appareil de rinçage ACX universel pour fluides frigorigènes R134a et R1234yf

- Cuve de rinçage avec support pour une utilisation flexible, peu importe la station de charge et d'entretien de climatisation et l'endroit
- Position ergonomique du regard pour contrôler le processus de rinçage et la pureté du fluide frigorigène
- Utilisation flexible : kit d'adaptateurs et de raccords HP pour différentes stations de charge et d'entretien de climatisation
- Kit d'adaptateurs de rinçage (⅜" et ¼") permettant le raccordement à tous les adaptateurs de rinçage du commerce pour la climatisation et à chaque composant du climatiseur
- Jeu d'adaptateurs de couplage pour R134a et R1234yf, pour le raccordement du manchon BP à l'appareil de rinçage
- En option : housse de protection

Vous trouverez ici la grande gamme de stations de charge et d'entretien de climatisation et leurs accessoires.

Station de récupération ArcticPRO® ROU (Recovery Only Unit)

- Vidange d'un fluide frigorigène inconnu et contaminé du climatiseur simplement et en toute sécurité
- Écologique : élimination professionnelle et sûre pour protège l'homme et la nature
- Économique : station de récupération opérationnelle dès qu'elle est associée à une station de charge et d'entretien de climatisation, pas besoin de recourir à d'autres agents ou additifs
- Performante : circuit interne breveté pour un service rapide avec un taux de récupération de 95 % en à peine 30 minutes

Référence : 1010350326XX

Kit de rinçage pour les fluides frigorigènes R134a et R1234yf

Référence : 1010350053XX

Le kit de rinçage comprend des filtres et accessoires spéciaux nécessaires pour le processus de rinçage. Il est compatible avec toutes nos stations d'entretien.

Appareil d'analyse du fluide frigorigène IDX 500

Appareil d'analyse interne pour les stations de charge et d'entretien de climatisation MAHLE ACX pour les fluides frigorigènes R134a et R1234yf

- Plus rapide que le modèle précédent
- Identification du le type de fluide frigorigène (R134a ou R1234yf) présent dans le circuit
- Protection maximale de la station de charge et d'entretien de climatisation
- Analyse sûre via le raccord BP
- Intégration immédiate à la station par système « Plug and Play »
- Utilisation simple et automatique, et résultat de mesure immédiat
- Commande automatique via un processus logiciel intégré

Référence : 1010350393XX

Diagnostic et entretien de la batterie de propulsion

Le diagnostic des batteries lors de l'entretien et de la réparation des véhicules hybrides rechargeables et des voitures électriques est de plus en plus important, notamment pour déterminer la valeur résiduelle des véhicules en leasing ou d'occasion. Avec la fonction E-SCAN de la gamme d'appareils TechPRO®, les garages indépendants peuvent désormais effectuer eux-mêmes pour la première fois des diagnostics de batterie sur les véhicules électriques ; avec le nouvel appareil BatteryPRO E-HEALTH, ils peuvent même le faire via la prise de charge ! Et comme le système de refroidissement du bloc-batterie contient du liquide de refroidissement, il nécessite également un entretien régulier, de préférence avec le nouvel appareil de rinçage E-CARE.

Appareil de diagnostic MAHLE TechPRO® Boost avec E-SCAN

Le premier testeur du marché également capable de diagnostiquer les batteries de propulsion par OBD. Avec la fonction E-SCAN de la gamme d'appareils TechPRO®, les garages indépendants peuvent pour la première fois effectuer des diagnostics de batterie sur les véhicules électriques. En un clic, l'appareil fournit toutes les informations sur l'état du système de batterie dans un rapport standardisé. TechPRO® avec E-SCAN sera bientôt complété à la perfection par les deux nouveaux appareils E-HEALTH et E-CARE !

Référence : 1010601736XX

E-HEALTH : diagnostic de la batterie via la prise de charge

E-HEALTH diagnostique les batteries des véhicules via la prise de charge et évalue les données mesurées dans le cloud. Cela permet de classer l'état d'une batterie par rapport à toutes les autres batteries du même type détectées dans la flotte. En outre, E-HEALTH établit un pronostic sur la durée de vie restante d'un véhicule. Depuis le début de l'année 2022, cette nouvelle solution de diagnostic est testée dans la pratique, en collaboration avec TÜV NORD Mobilität et un exploitant de flotte européen de renom.

E-CARE : appareil de maintenance pour l'entretien des circuits de refroidissement des batteries de véhicules

E-CARE est un appareil de maintenance pour l'entretien des circuits de refroidissement des batteries de véhicules. Les constructeurs automobiles et les fabricants de liquides de refroidissement prescrivent des intervalles de remplacement spécifiques aux liquides de refroidissement utilisés. Grâce à E-CARE, MAHLE Aftermarket peut aider les ateliers à s'assurer un volume d'affaires supplémentaire, en plus des véhicules à moteur thermique.

La régulation de la température du « cœur » électrique est essentielle pour tous les véhicules électriques et hybrides. Le système de refroidissement du bloc-batterie joue donc un rôle important. Comme il contient du liquide de refroidissement, il doit en outre faire l'objet d'un entretien régulier. C'est là qu'intervient la nouvelle unité E-CARE, l'appareil de remplacement de liquide de refroidissement le plus polyvalent et le plus performant du marché.

Elle permet la vidange, le rinçage et le remplissage du liquide de refroidissement des batteries dans les véhicules électriques, et aide également les ateliers à réparer les véhicules électriques en tenant compte du système de gestion thermique complexe.

De plus amples informations sont disponibles ici.

MAHLE Insider

MAHLE Aftermarket GmbH
Pragstraße 26-46
70376 Stuttgart, Allemagne
Téléphone : +49 711 501-0

www.mahle-aftermarket.com
www.mpulse.mahle.com

MAHLE-TK-2.3/2023-02/FR