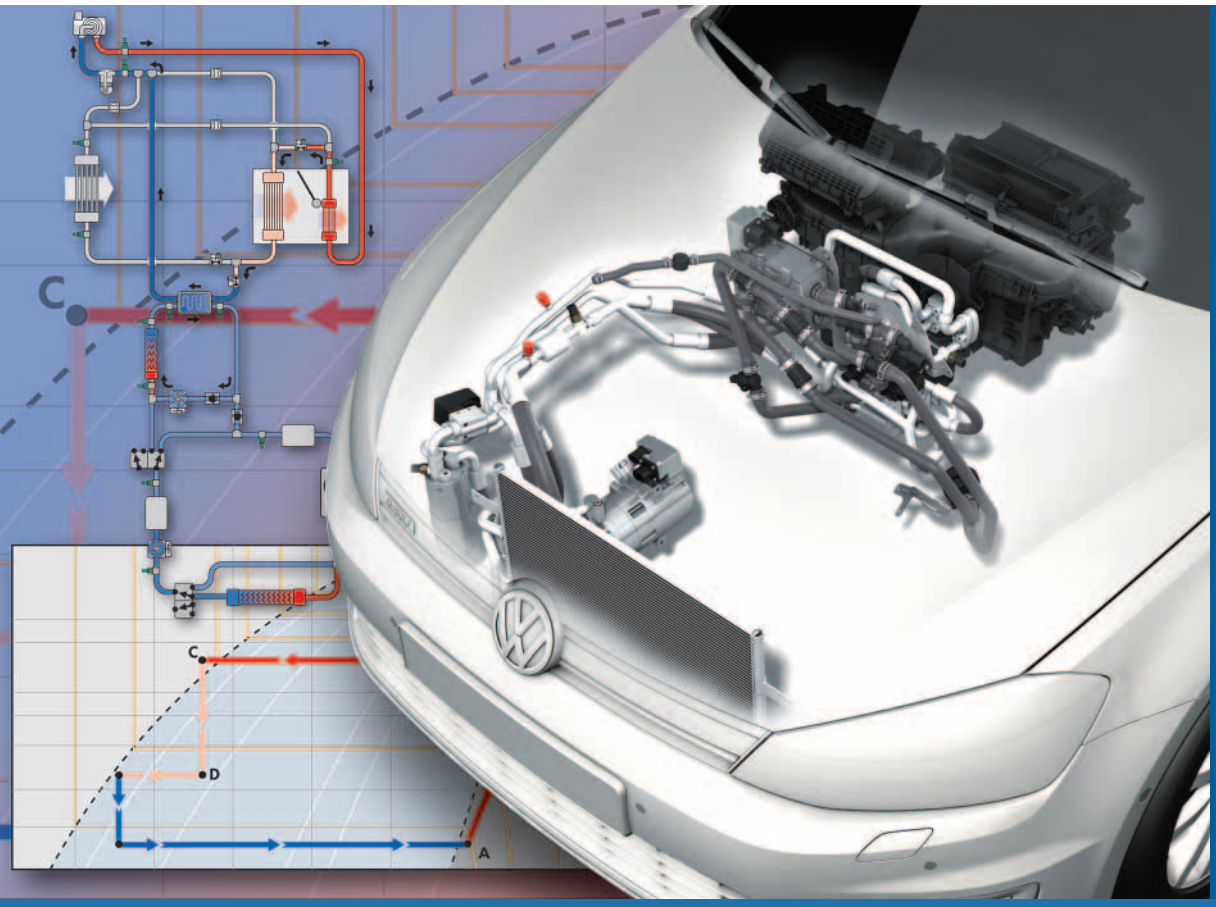
Service Training

Programme autodidactique 532

La pompe à chaleur Volkswagen

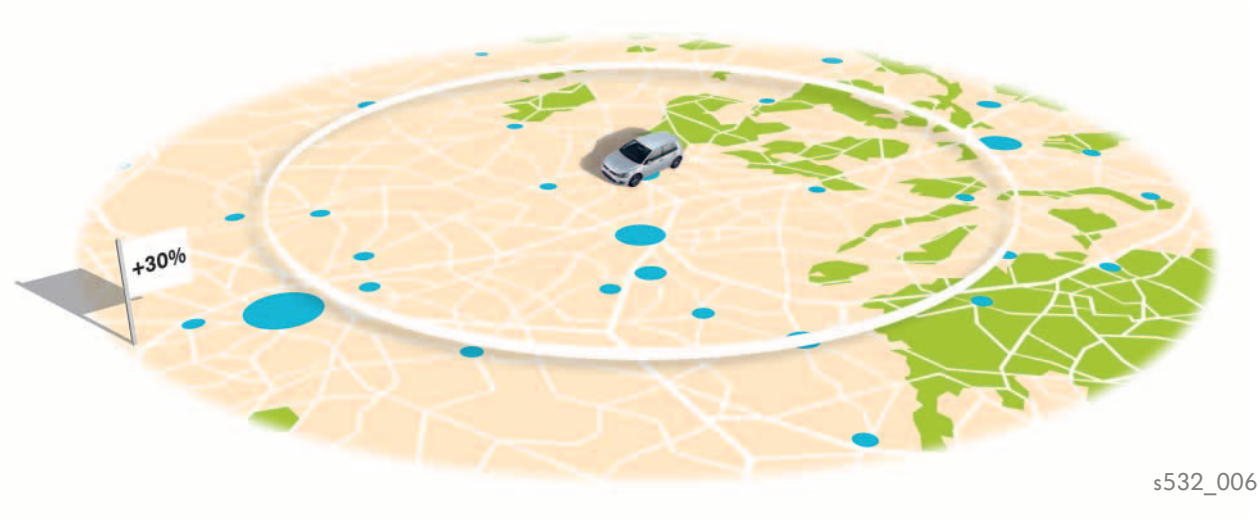
Conception et fonctionnement



La technologie des pompes à chaleur est utilisée depuis de nombreuses années dans les installations domestiques. Chez Volkswagen, cette technologie permettant de produire de la chaleur avec un bon rendement fait sa première apparition sur la e-Golf.

Le système de pompe à chaleur est un circuit frigorifique qui comprend de nombreux composants. Il sera désigné ci-après par le terme de pompe à chaleur.

Sur un véhicule doté d'un moteur à combustion interne, il est possible d'exploiter la chaleur dégagée par le moteur. En revanche, sur un véhicule à propulsion électrique, la chaleur dégagée n'est pas suffisante pour assurer à elle seule le chauffage de l'habitacle.
La pompe à chaleur permet d'utiliser la chaleur de l'air extérieur ainsi que celle dégagée par les composants du système de propulsion pour chauffer l'habitacle. Une quantité moins importante d'énergie de la batterie est ainsi mobilisée pour le chauffage électrique haute tension, et la consommation d'énergie baisse. L'autonomie de la e-Golf dotée d'une pompe à chaleur est supérieure de plus de 30 % à celle d'une e-Golf qui n'en possède pas.



s532_006

Pour des informations de fond sur la climatisation, voir Programme autodidactique 208 « La climatisation automobile ». Le Programme autodidactique 530 « La e-Golf » contient également des informations importantes.

Ce Programme autodidactique présente la conception et le fonctionnement d'innovations techniques récentes ! Son contenu n'est pas mis à jour.

Pour les instructions actuelles de contrôle, de réglage et de réparation, veuillez vous reporter à la documentation correspondante du Service après-vente.

Attention
Remarque

En un coup d'œil

Introduction 4

Principe fondamental de la pompe à chaleur 7

Pompe à chaleur de la e-Golf 9

Composants 12

Fonctionnement de la pompe à chaleur 22

Vue d'ensemble du système 28

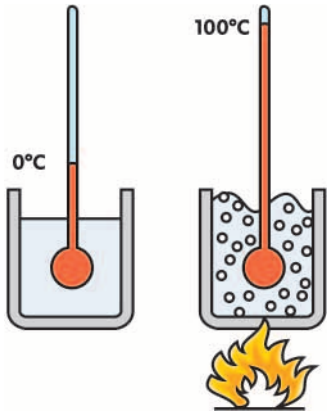
Service 29

Contrôlez vos connaissances 30

Quelques principes physiques

Qu'est-ce que la chaleur ?

La chaleur (symbole : Q, unité : joule) est une forme d'énergie qui est transmise entre deux systèmes entre lesquels il existe une différence de température.
La chaleur se déplace toujours du lieu où la température est plus élevée vers le lieu où la température est plus basse.
Le transfert de la chaleur peut s'effectuer par conduction, rayonnement ou convection.



s532_002

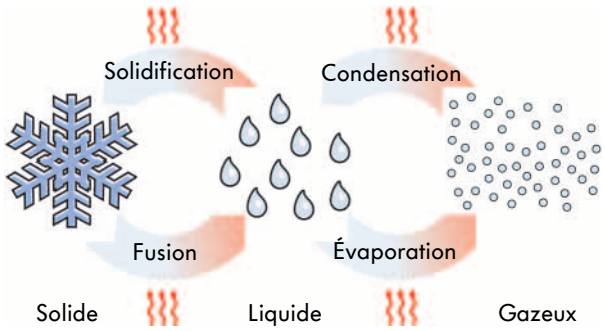
Changement d'état

Il existe trois états classiques de la matière : solide, liquide, gazeux, et celle-ci peut passer de l'un à l'autre sous l'effet d'un simple changement de température ou de pression.

Pour changer d'état, un corps doit soit absorber, soit céder de la chaleur :

- La **fusion** est le passage de l'état solide à l'état liquide. Durant ce processus, la matière absorbe de la chaleur.
- L'**évaporation** est le passage de l'état liquide à l'état gazeux. Durant ce processus, la matière absorbe de la chaleur.
- La **condensation** est le passage de l'état gazeux à l'état liquide. Durant ce processus, la matière cède de la chaleur.
- La **solidification** est le passage de l'état liquide à l'état solide. Durant ce processus, la substance cède de la chaleur.

États de l'eau



s532_001

La pompe à chaleur

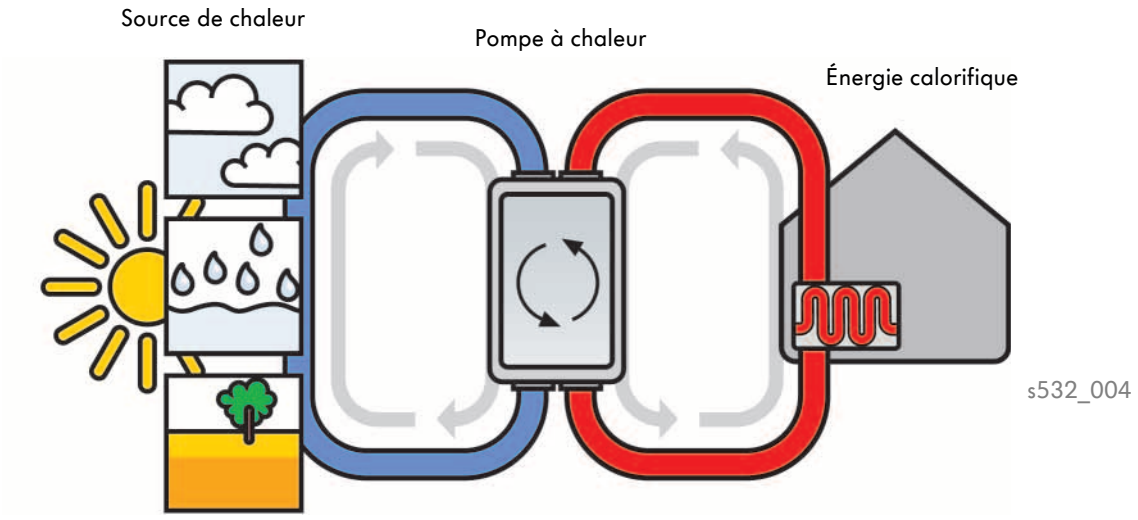
Généralités

La pompe à chaleur exploite ces principes physiques dans le cadre d'une application technique.

L'eau s'écoule d'elle-même vers l'aval, mais il faut la pomper pour qu'elle remonte vers l'amont. Il en va de même de la chaleur : elle « s'écoule » automatiquement d'un niveau de température plus élevé vers un niveau plus bas. Grâce à un apport d'énergie électrique, les pompes à chaleur pompent la chaleur à rebours de son « sens d'écoulement » naturel, depuis un niveau de température plus bas vers un niveau plus élevé.

Fonction

Les pompes à chaleur transportent de l'énergie thermique d'un point à un autre. Elles sont depuis longtemps utilisées dans le champ domestique pour chauffer des pièces d'habitation. Les avantages de cette technique de chauffage sont une faible consommation d'énergie, une faible charge environnementale et des coûts d'exploitation réduits.



Ce même principe est utilisé de manière inversée dans les réfrigérateurs et les climatiseurs pour produire un refroidissement.

Pour de plus amples informations sur les climatiseurs, voir Programme autodidactique 208 « La climatisation automobile ».

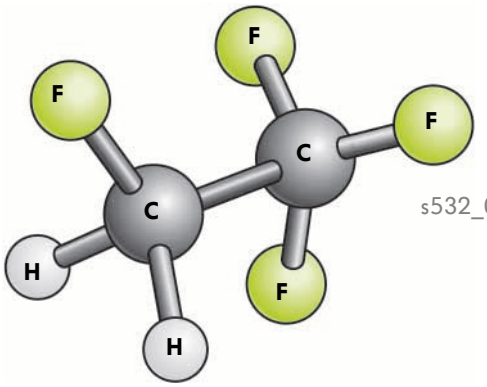
Introduction

Le fluide frigorigène

La pompe à chaleur utilise du fluide frigorigène R134a. Il s'agit d'un hydrofluorocarbure (HFC) à point d'ébullition bas. Le R134a est invisible à l'état gazeux, et incolore comme de l'eau sous forme de vapeur ou de liquide.

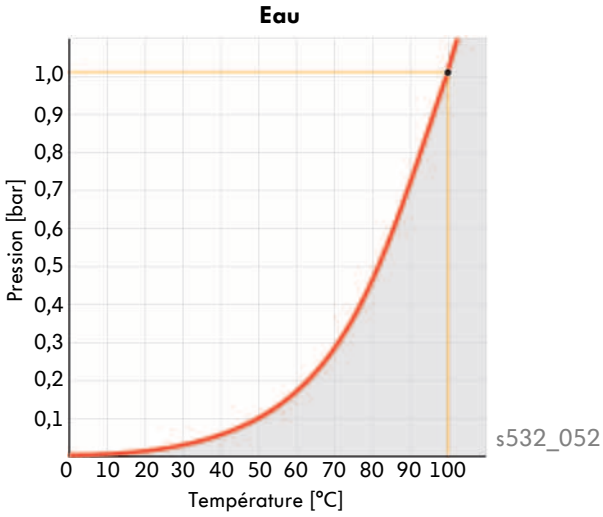
Caractéristiques

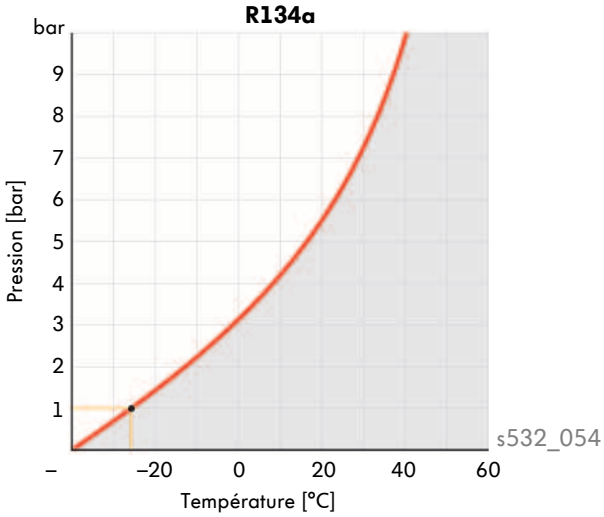
- Désignation : tétrafluoroéthane
- Formule chimique : CH2F-CF3
- Point d'ébullition : –26,5 °C (à env. 1 bar)
- Point de solidification : –101,6 °C
- Température critique : 100,6 °C
- Pression critique : 4,056 MPa (40,56 bar)



Pression et point d'ébullition

Le point d'ébullition désigne la température à laquelle une matière passe de l'état liquide à l'état gazeux. Le point d'ébullition est toujours indiqué pour une pression atmosphérique standard (1,01325 bar). Le point d'ébullition varie en fonction de la pression : il baisse lorsque la pression est faible et augmente lorsqu'elle est plus élevée. Ce comportement peut être représenté sous forme de courbe d'évaporation dans un diagramme de pression/ température. Les diagrammes ci-dessous comparent l'eau et le fluide frigorigène R134a.



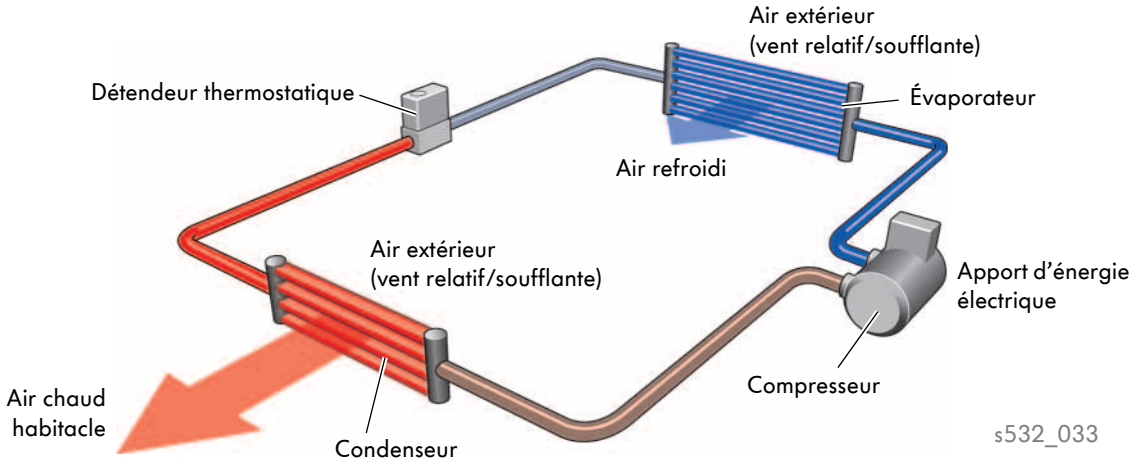


La pompe à chaleur exploite ces propriétés physiques du fluide frigorigène R134a. En faisant varier la pression et la température, on permet au fluide frigorigène :

- de s'évaporer à température ambiante et d'absorber de la chaleur, ou
- de se condenser à température ambiante et de céder de la chaleur.

L'architecture du circuit

Toute pompe à chaleur se compose principalement d'un compresseur, d'un évaporateur, d'un détendeur thermostatique et d'un condenseur.
Quand il circule en circuit fermé dans la pompe à chaleur, le fluide frigorigène passe en alternance de l'état liquide à l'état gazeux. Il a pour fonction de transmettre et de transporter la chaleur. La pression qui règne dans ce circuit est systématiquement supérieure à la pression atmosphérique normale.



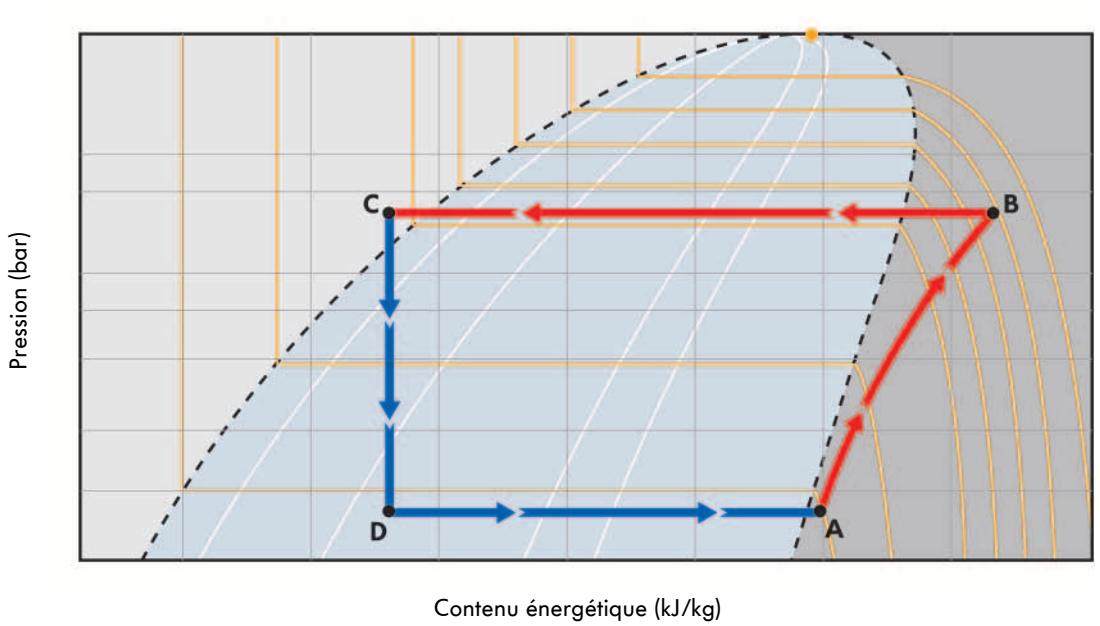
Fonctionnement

- Le compresseur aspire du fluide frigorigène froid à basse pression et à l'état gazeux, puis le comprime en le soumettant à une haute pression. La température du fluide augmente. Durant cette phase, le fluide frigorigène est sous forme gazeuse, sous haute pression et à haute température.
- Le condenseur est traversé par un flux d'air froid (vent relatif/soufflante). Le fluide frigorigène cède de la chaleur à l'air et se condense. L'air ainsi réchauffé est utilisé pour le chauffage de l'habitacle. Durant cette phase, le fluide frigorigène est sous forme liquide, sous haute pression et à température moyenne.
- Dans le détendeur thermostatique, la pression du fluide frigorigène liquide est fortement réduite. La détente entraîne l'évaporation partielle du fluide frigorigène. Après cette détente, la température du fluide frigorigène est très inférieure à la température ambiante.
- Le fluide frigorigène injecté dans l'évaporateur continue de se détendre et finit par s'évaporer. La chaleur nécessaire à l'évaporation est prélevée dans l'air extérieur, plus chaud, qui se refroidit au cours du processus. Le fluide frigorigène, désormais sous forme gazeuse, sort de l'évaporateur.

Principe fondamental de la pompe à chaleur

Diagramme de phase du fluide frigorigène R134a

La figure suivante est un extrait du diagramme de phase du fluide frigorigène R134a, dans lequel est représenté un circuit de pompe à chaleur. Pour chaque étape du processus, il est possible de relever le contenu énergétique, la pression, la température ainsi que l'état du fluide frigorigène. Les valeurs absolues sont susceptibles de varier en fonction de la température de l'air ambiant et de la chaleur requise à l'intérieur du véhicule.



s532_012

Légende

- Fluide frigorigène à l'état gazeux
- Phase de vapeur humide du fluide frigorigène
- Fluide frigorigène à l'état liquide
- Limite entre phase gazeuse et phase liquide
- Zone haute pression
- Zone basse pression
- Ligne de température constante (courbe de température)

Explication

A – B : compression
Le fluide frigorigène est sous forme gazeuse, la pression et la température augmentent.

B – C : condensation
Le fluide frigorigène se liquéfie, la température baisse, la pression reste constante.

C – D : détente
La détente provoque l'évaporation partielle du fluide frigorigène, la température baisse.

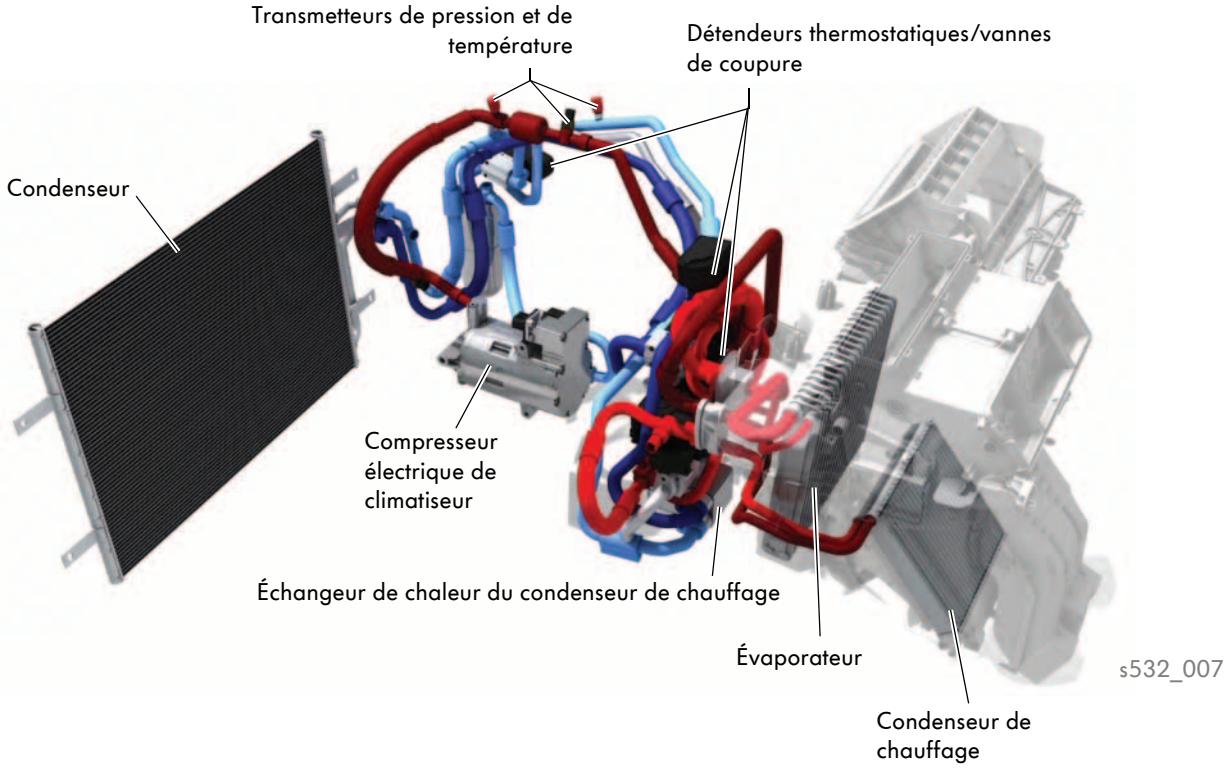
D – A : évaporation
Le fluide frigorigène entre complètement en phase gazeuse, la température s'élève légèrement, la pression reste constante.

K : point critique
À gauche du point critique se trouve la courbe d'ébullition, et à droite, la courbe de rosée.

La conception du système

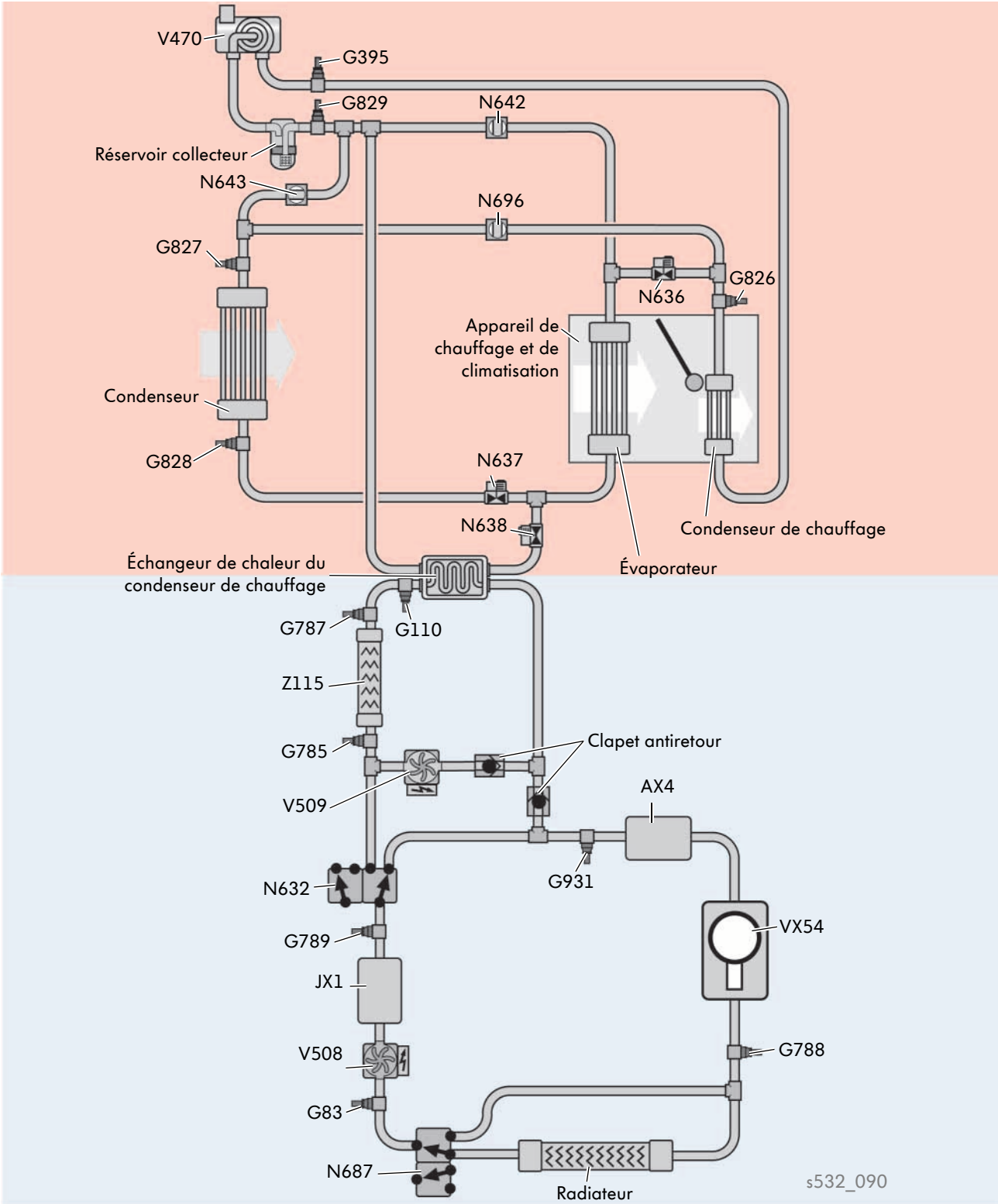
Le fonctionnement du climatiseur de la e-Golf est assuré par des composants tels que le compresseur électrique de climatiseur, l'évaporateur et le condenseur. Pour la pompe à chaleur, le circuit frigorifique du climatiseur est complété par des conduites de fluide frigorigène, des détendeurs thermostatiques électriques, des transmetteurs de pression et de température et un condenseur de chauffage.
Le système de pompe à chaleur de la e-Golf exploitant également la chaleur dégagée par le moteur et l'électronique de puissance et de commande pour transmission électrique, un second détendeur thermostatique et un échangeur de chaleur pour le condenseur de chauffage sont utilisés parallèlement au circuit de la pompe à chaleur.

Circuit frigorifique dans le véhicule



Représentation schématique du circuit frigorifique

La représentation schématique suivante du circuit frigorifique de la pompe à chaleur et du circuit de liquide de refroidissement constitue la base graphique de la description des composants et des différentes fonctions de la pompe à chaleur qui sera donnée ci-après.



Légende

AX4	Chargeur 1 de batterie haute tension
G83	Transmetteur de température de liquide de refroidissement en sortie de radiateur
G110	Transmetteur de température de liquide de refroidissement pour le climatiseur
G395	Transmetteur de pression et de température de fluide frigorigène
G785	Transmetteur de température en amont du chauffage haute tension (thermistance CTP)
G787	Transmetteur de température en aval de l'échangeur de chaleur
G788	Transmetteur de température en aval du motogénérateur électrique
G789	Transmetteur de température en aval de l'électronique de puissance et de commande pour transmission électrique
G826	Transmetteur 2 de pression et de température du fluide frigorigène
G827	Transmetteur 3 de pression et de température du fluide frigorigène
G828	Transmetteur 4 de pression et de température du fluide frigorigène
G829	Transmetteur 5 de pression et de température du fluide frigorigène
G931	Transmetteur de température en amont du chargeur
JX1	Électronique de puissance et de commande pour transmission électrique
N632	Clapet d'inversion 1 de liquide de refroidissement
N636	Détendeur thermostatique 1 de fluide frigorigène
N637	Détendeur thermostatique 2 de fluide frigorigène
N638	Détendeur thermostatique 3 de fluide frigorigène
N642	Vanne de coupure 4 du fluide frigorigène
N643	Vanne de coupure 5 du fluide frigorigène
N687	Vanne de commutation pour dérivation de radiateur
N696	Vanne de coupure 1 du fluide frigorigène
V470	Compresseur électrique de climatiseur
V508	Pompe de circulation du liquide de refroidissement en amont de l'électronique de puissance et de commande pour transmission électrique
V509	Pompe de circulation du liquide de refroidissement en amont du chauffage haute tension (thermistance CTP)
VX54	Transmission à courant triphasé
Z115	Chauffage haute tension (thermistance CTP)
	Circuit frigorifique
	Circuit de liquide de refroidissement

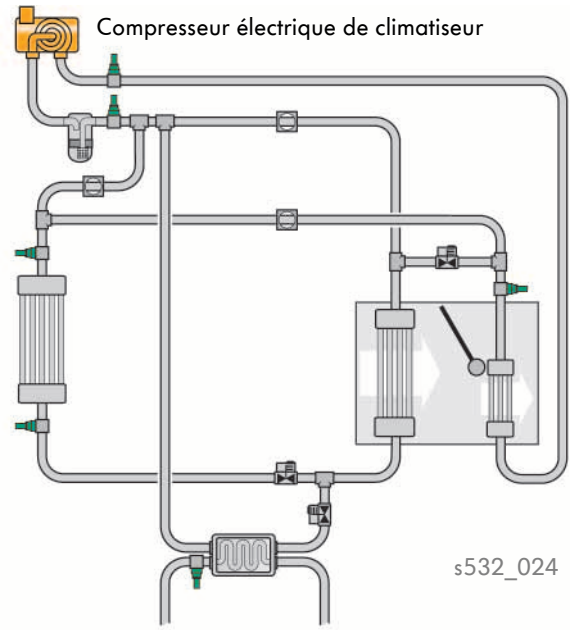
Pour des raisons de place et pour une meilleure lisibilité, on appellera ci-après

- le détendeur thermostatique 1 de fluide frigorigène N636, détendeur thermostatique 1 (DT1),
- le détendeur thermostatique 2 de fluide frigorigène N637, détendeur thermostatique 2 (DT2),
- le détendeur thermostatique 3 de fluide frigorigène N638, détendeur thermostatique 3 (DT3),
- la vanne de coupure 1 de fluide frigorigène N696, vanne de coupure 1 (VC1),
- la vanne de coupure 4 de fluide frigorigène N642, vanne de coupure 4 (VC4),
- la vanne de coupure 5 de fluide frigorigène N643, vanne de coupure 5 (VC5).

Le compresseur électrique de climatiseur

Emplacement de montage

Le compresseur électrique de climatiseur V470 est vissé sur la transmission à courant triphasé VX54.



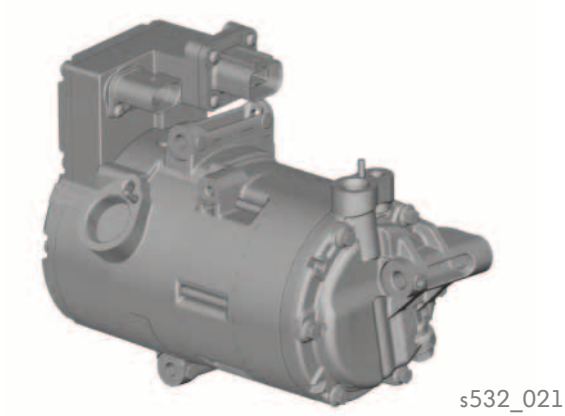
Conception

La e-Golf avec pompe à chaleur est dotée d'un compresseur électrique de climatiseur qui fonctionne selon le principe du compresseur à spirales.
Il est identique au compresseur de climatiseur utilisé sur la e-Golf sans pompe à chaleur.

Fonctionnement

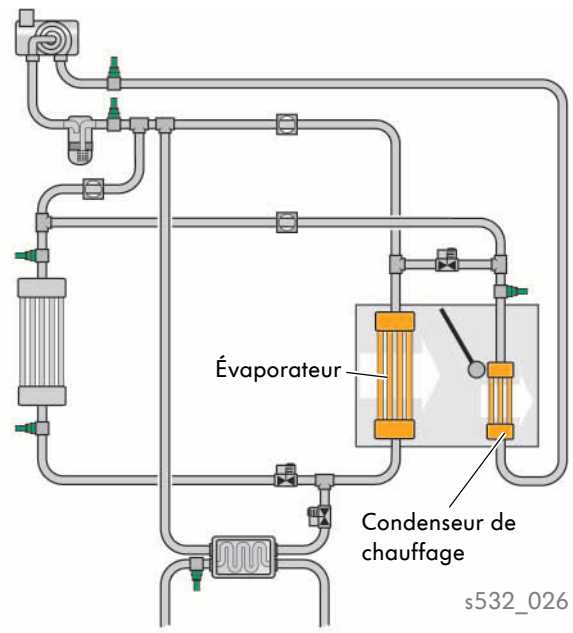
Le compresseur électrique de climatiseur aspire le fluide frigorigène gazeux à basse pression et le comprime. Ce processus entraîne à la fois une augmentation de la pression et une élévation de la température du fluide frigorigène.

Le compresseur électrique de climatiseur refoule le fluide frigorigène, sous forme de gaz chaud, vers le condenseur. Ce compresseur est donc le point de séparation entre le côté basse pression et le côté haute pression du circuit frigorifique.



Pour de plus amples informations sur la conception et le fonctionnement du compresseur à spirales, voir Programme autodidactique 525 « La Jetta Hybrid ».

Le condenseur de chauffage et l'évaporateur



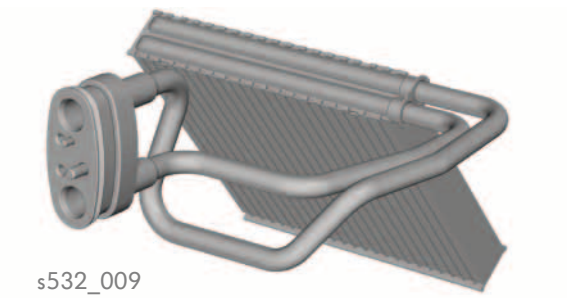
Emplacement de montage du condenseur de chauffage/ de l'évaporateur

La pompe à chaleur de la e-Golf dispose d'un condenseur de chauffage et d'un évaporateur. Ces deux composants sont montés dans l'appareil de chauffage et de climatisation.

Conception du condenseur de chauffage

Le condenseur de chauffage se compose d'un système de tubes en serpentin fixés par des ailettes. Ce dispositif offre une grande surface d'échange thermique permettant un bon transfert thermique. Le condenseur de chauffage est traversé par un flux d'air envoyé par la soufflante de l'appareil de chauffage et de climatisation.

Condenseur de chauffage



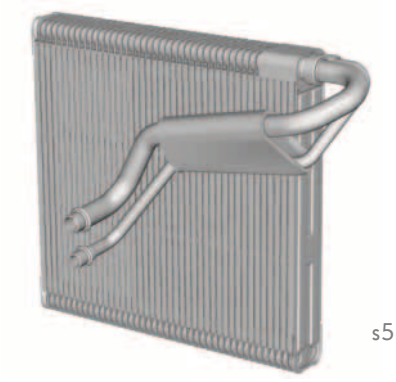
Fonctionnement du condenseur de chauffage

On entend par condensation le passage de l'état gazeux à l'état liquide.
Le fluide frigorigène gazeux, très chaud, arrive dans le condenseur. Les tubes et les ailettes absorbent la chaleur. De l'air extérieur froid traverse le condenseur. Il se charge de chaleur, puis est conduit dans l'habitacle. À l'intérieur du condenseur, le gaz de fluide frigorigène refroidit, se condense et se liquéfie.

Conception de l'évaporateur

L'évaporateur, dont la conception est identique à celle du condenseur de chauffage, est parcouru par du fluide frigorigène. Comme le condenseur de chauffage, l'évaporateur est traversé par un flux d'air en provenance de l'appareil de chauffage et de climatisation.

Évaporateur



s532_025

Fonctionnement de l'évaporateur

Durant le fonctionnement de la pompe à chaleur (fonction « chauffage »), l'évaporateur fonctionne comme condenseur. Cela signifie que l'air qui traverse l'évaporateur se réchauffe.

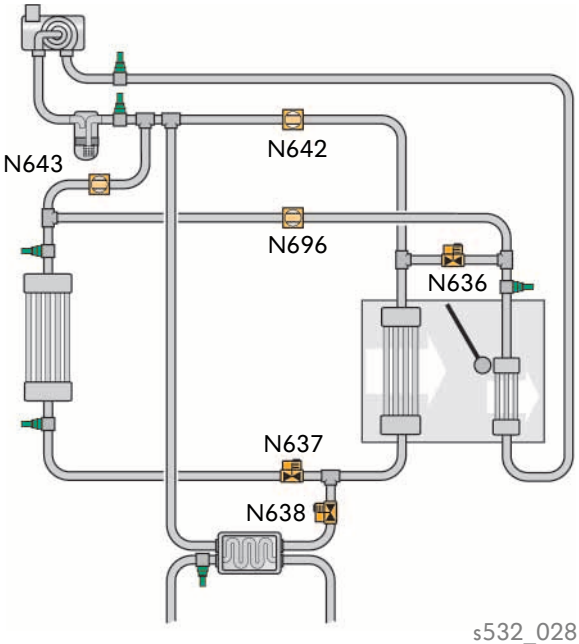
En mode « réfrigération », l'évaporateur fonctionne comme évaporateur. Cela signifie que l'air qui le traverse est refroidi.

Les détendeurs thermostatiques et les vannes de coupure

Emplacement de montage des détendeurs thermostatiques/ des vannes de coupure

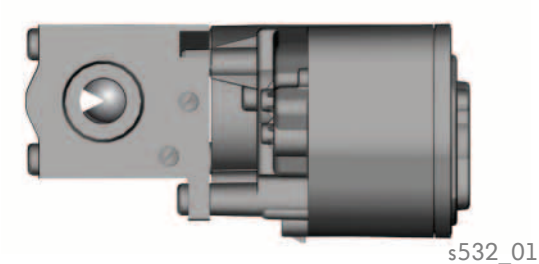
Le circuit de la pompe à chaleur comprend trois détendeurs thermostatiques et trois vannes de coupure :

- N636 Détendeur thermostatique 1 de fluide frigorigène (DT1)
- N637 Détendeur thermostatique 2 de fluide frigorigène (DT2)
- N638 Détendeur thermostatique 3 de fluide frigorigène (DT3)
- N696 Vanne de coupure 1 de fluide frigorigène (VC1)
- N642 Vanne de coupure 4 de fluide frigorigène (VC4)
- N643 Vanne de coupure 5 de fluide frigorigène (VC5)



s532_028

Détendeur thermostatique



s532_011

Conception du détendeur thermostatique

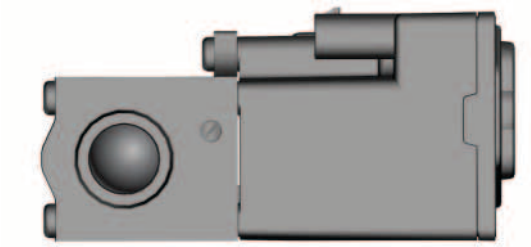
Les détendeurs thermostatiques sont de conception identique. L'activation est assurée en continu (de 0 à 100 %), en fonction des besoins, via une rampe en forme de V dans le clapet à bille.

Fonctionnement du détendeur thermostatique

À l'intérieur du détendeur thermostatique, le fluide frigorigène a la possibilité de se détendre, c'est-à-dire d'occuper un espace nettement plus important (augmentation du volume). La pression baisse alors fortement. Le fluide frigorigène liquide s'évapore en partie, ce qui fait chuter la température.

En mode « chauffage », le détendeur thermostatique est traversé par un flux de fluide frigorigène allant de l'évaporateur vers le condenseur.
En mode « réfrigération », le fluide frigorigène traverse le détendeur thermostatique dans le sens opposé.

Vanne de coupure



s532_017

Conception de la vanne de coupure

Les vannes de coupure sont des clapets à bille et sont ouvertes ou fermées à 100 %.

Fonctionnement de la vanne de coupure

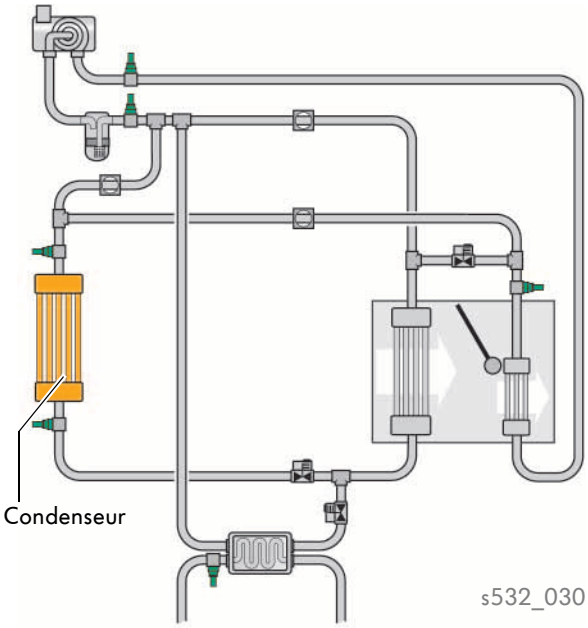
Les vannes de coupure déterminent le sens de circulation du fluide frigorigène dans le circuit frigorifique.

Les détendeurs thermostatiques et les vannes de coupure sont connectés au calculateur de thermogestion J1024 à l'aide du même bus LIN. Le codage est effectué par l'intermédiaire du bornage de la fiche compacte des détendeurs/vannes.

Le condenseur

Emplacement de montage

Le condenseur est monté entre le ventilateur de radiateur et le radiateur.

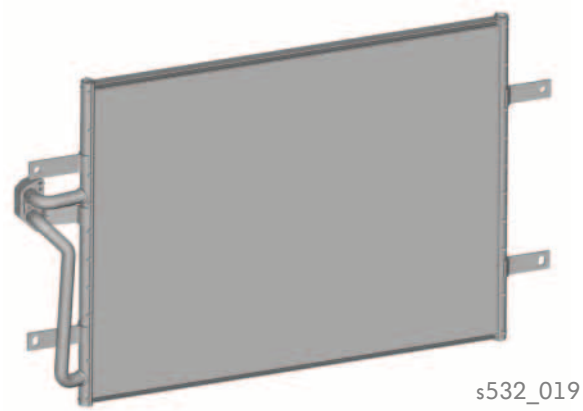


Conception

Il s'agit du condenseur de climatiseur classique.

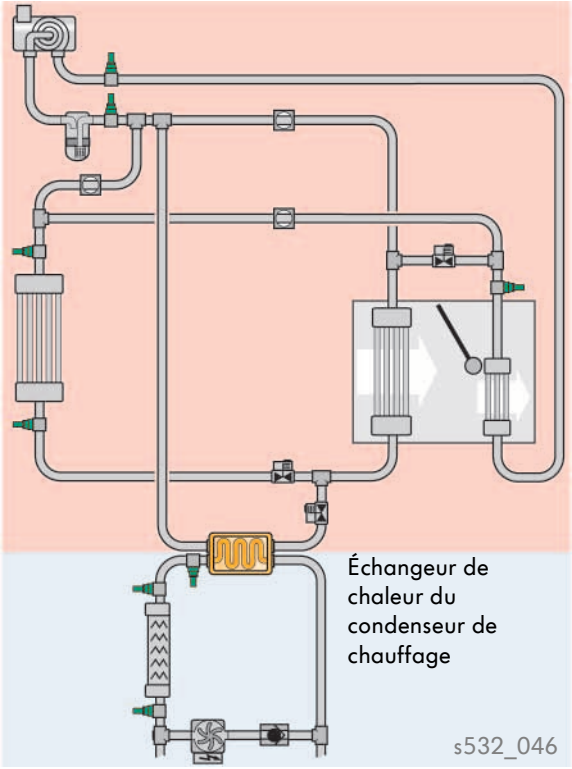
Fonctionnement

Selon que le système se trouve en mode « réfrigération » ou « chauffage », le condenseur fonctionne comme évaporateur ou comme condenseur.
Comme évaporateur, il fonctionne en mode pompe à chaleur, c'est-à-dire dans la fonction « chauffage ».
Par évaporation, on entend le passage de l'état liquide à l'état gazeux.
Dans l'évaporateur, le fluide frigorigène déjà détendu et plus froid que l'air extérieur s'évapore complètement. La chaleur nécessaire à ce processus est prélevée dans l'air extérieur qui circule entre les ailettes de l'évaporateur. La pression du fluide frigorigène reste constante, la température augmente légèrement.



Dans le mode de fonctionnement « réfrigération », l'évaporateur remplit la fonction d'un condenseur.

L'échangeur de chaleur du condenseur de chauffage



Légende

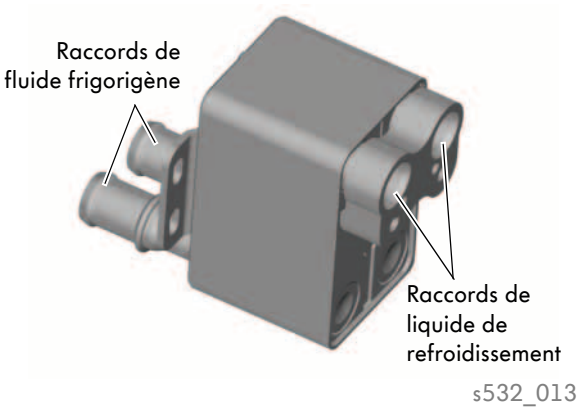
- Circuit frigorifique
- Circuit de liquide de refroidissement

Emplacement de montage

L'échangeur de chaleur du condenseur de chauffage est monté sur une platine-support située sur le tablier, dans le compartiment-moteur. Celui-ci accueille une grande partie des composants de la pompe à chaleur.

Conception

L'échangeur de chaleur du condenseur de chauffage est un échangeur de chaleur classique à plaques, tel que ceux utilisés pour le refroidissement des circuits d'huile à l'aide de liquide de refroidissement.
Le circuit de liquide de refroidissement est distinct du circuit frigorifique. L'échange thermique s'effectue sans contact direct ni mélange des fluides.



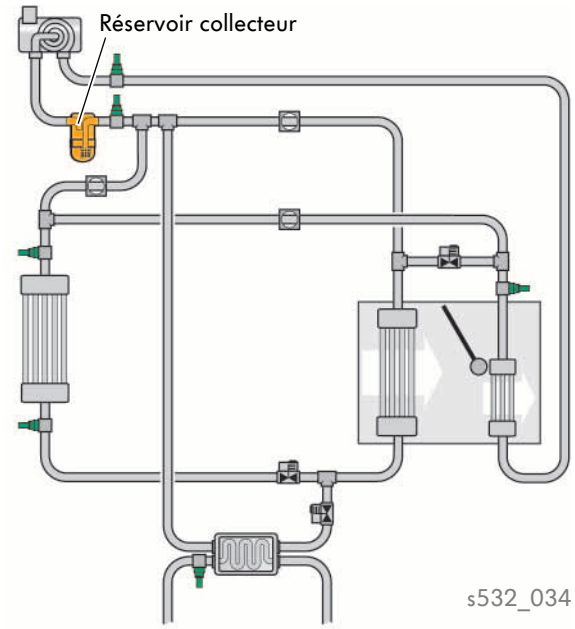
Fonctionnement

À l'intérieur de l'échangeur de chaleur du condenseur de chauffage, le liquide de refroidissement transmet sa chaleur au fluide frigorigène, et ce dernier s'évapore.
La chaleur dégagée par les composants électroniques, comme la transmission à courant triphasé, l'électronique de puissance et de commande pour transmission électrique et le chargeur, est également utilisée.

Le réservoir collecteur

Emplacement de montage

Le réservoir collecteur se trouve en amont du compresseur électrique de climatiseur, dans le sens du débit du fluide frigorigène.
Le réservoir collecteur est monté du côté avant droit, dans le passage de roue.

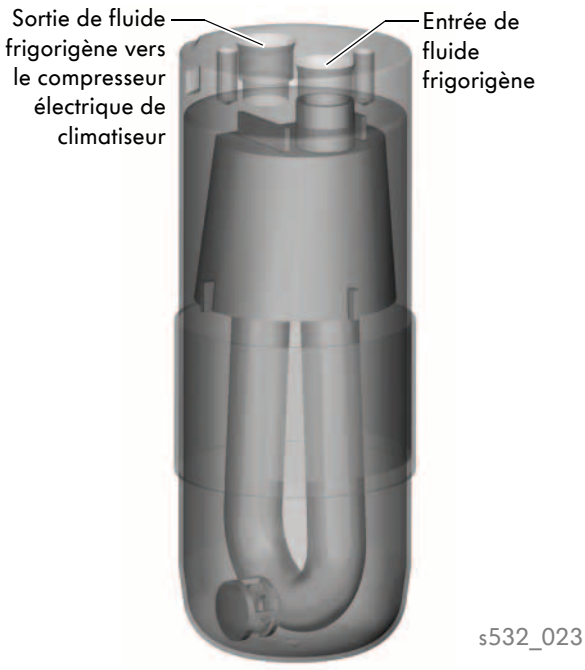


Conception

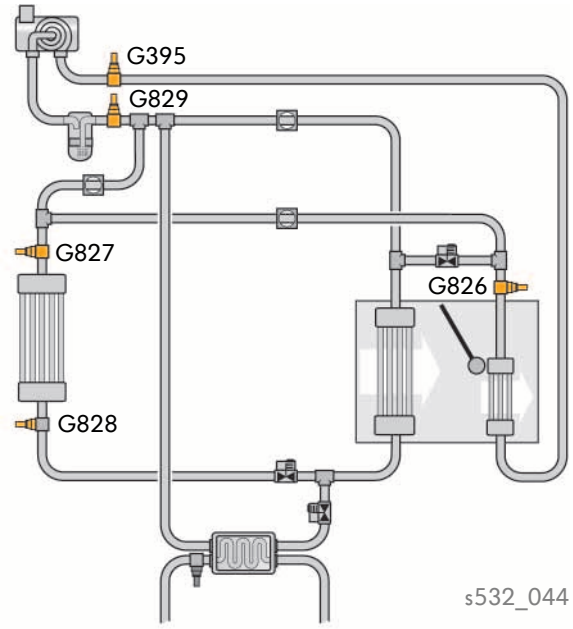
Il est identique au réservoir collecteur présent sur les autres véhicules climatisés.

Fonctionnement

Le réservoir collecteur sert de vase d'expansion et de réservoir de stockage à l'intérieur du circuit frigorifique. Le débit de fluide frigorigène dans le circuit varie en fonction des diverses conditions de fonctionnement, comme la charge thermique sur l'évaporateur et le condenseur, ou le régime du compresseur électrique de climatiseur.
Le réservoir collecteur est intégré dans le circuit pour lisser de telles fluctuations.



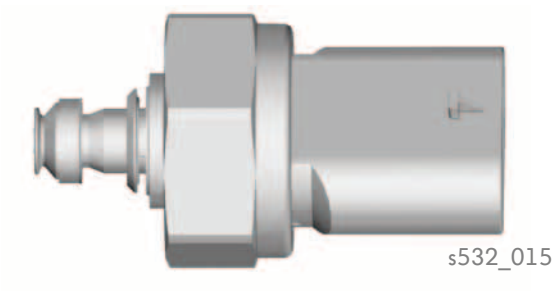
Les transmetteurs de pression et de température de fluide frigorigène



Emplacement de montage

Le circuit de pompe à chaleur comprend au total cinq transmetteurs de pression et de température du fluide frigorigène, qui se trouvent sur la platine-support :

- G395 Transmetteur de pression et de température du fluide frigorigène
- G826 Transmetteur 2 de pression et de température du fluide frigorigène
- G827 Transmetteur 3 de pression et de température du fluide frigorigène
- G828 Transmetteur 4 de pression et de température du fluide frigorigène
- G829 Transmetteur 5 de pression et de température du fluide frigorigène



Fonctionnement

Les transmetteurs de pression et de température du fluide frigorigène mesurent la pression et la température du fluide frigorigène, transforment ces valeurs en un signal électrique et envoient ce dernier au calculateur de pompe à chaleur. Les capteurs relèvent les données suivantes :

- Pression du fluide frigorigène, de 0 à 36 bar
- Température du fluide frigorigène, de –40 °C à +150 °C
- Température du détecteur de température interne, de –40 °C à +140 °C

Les transmetteurs de pression et de température du fluide frigorigène ne peuvent être remplacés qu'après vidange du fluide frigorigène.

Conséquences en cas de panne

Si un ou plusieurs capteurs tombent en panne, le système détermine la pression et la température du fluide frigorigène sur la base d'une cartographie. Le temps de réchauffage de l'habitacle augmente, et un défaut est enregistré dans la mémoire de défauts.

Le clapet d'inversion 1 de liquide de refroidissement N632

Emplacement de montage

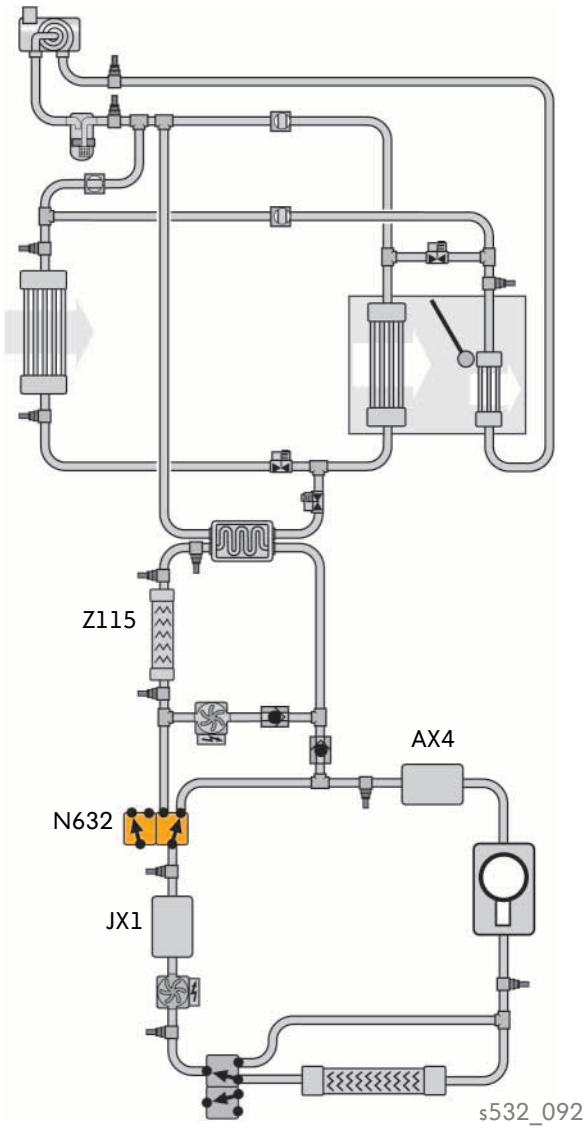
Le clapet d'inversion 1 de liquide de refroidissement est monté dans le circuit de liquide de refroidissement.

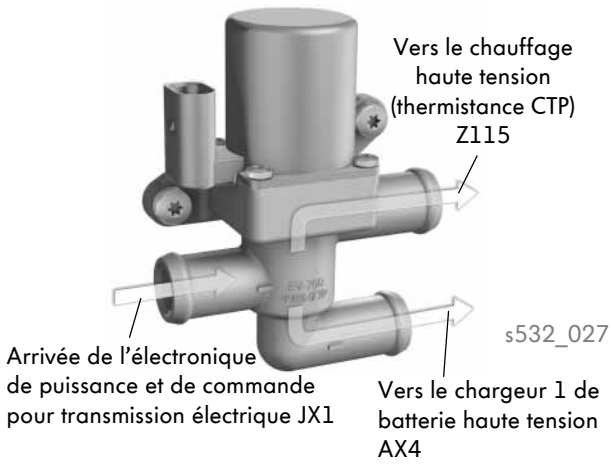
Conception

Le clapet d'inversion 1 de liquide de refroidissement est un distributeur 3 voies/2 positions.

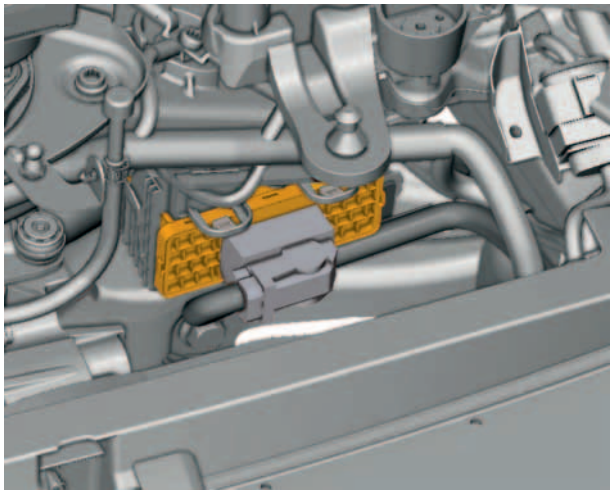
Fonctionnement

Ce clapet sert à commuter entre le grand circuit et le petit circuit de liquide de refroidissement avec chauffage haute tension (thermistance CTP). Le clapet est toujours ouvert quand il n'est pas sous tension, et seul le grand circuit de liquide de refroidissement est actif. Le temps de réchauffage de l'habitacle du véhicule s'en trouve allongé.





Le calculateur de thermogestion J1024



s532_051

Emplacement de montage

Le calculateur est monté dans le compartiment-moteur, sous la batterie 12 V.
Il est relié à l'interface de diagnostic du bus de données J533 par le bus CAN Extended.

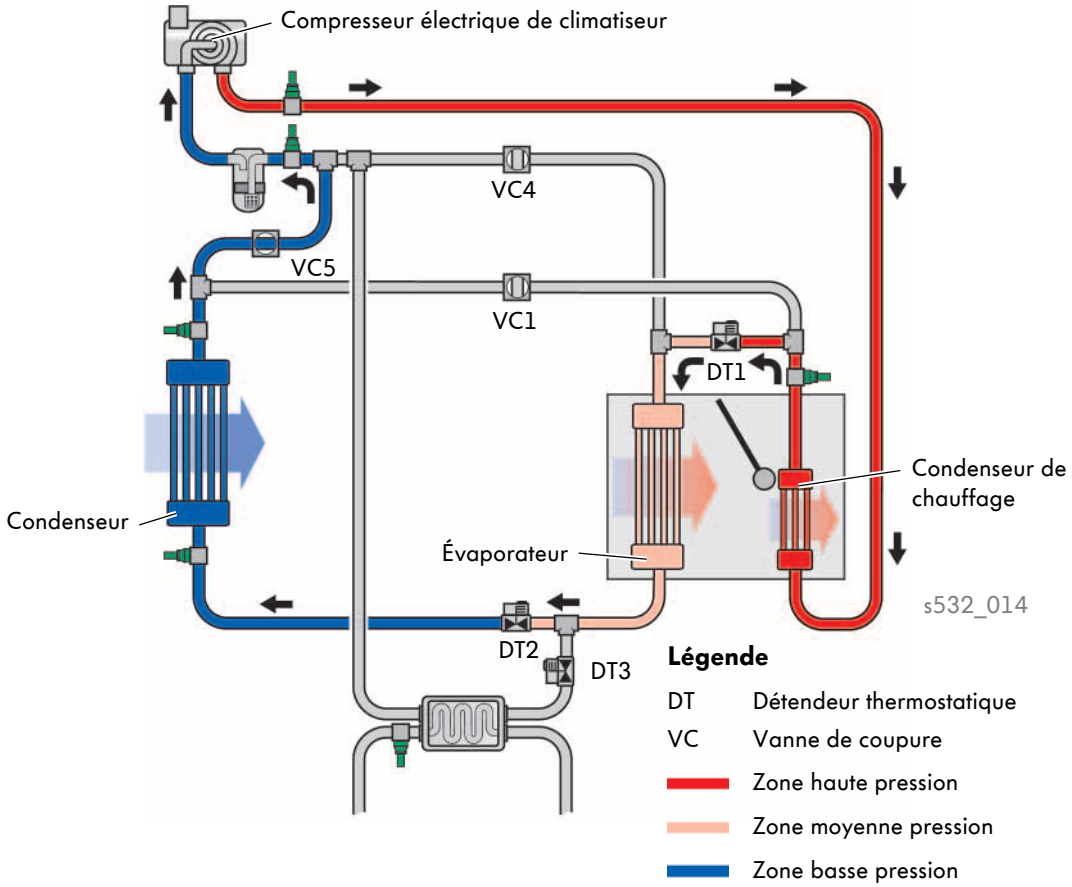
Fonctionnement

Le calculateur de thermogestion J1024 assure toutes les fonctions relatives à la commande du circuit frigorifique.

Conséquences en cas de panne

En cas de panne du calculateur de thermogestion J1024, l'ensemble du système de climatisation est hors service.

La fonction de chauffage en mode air

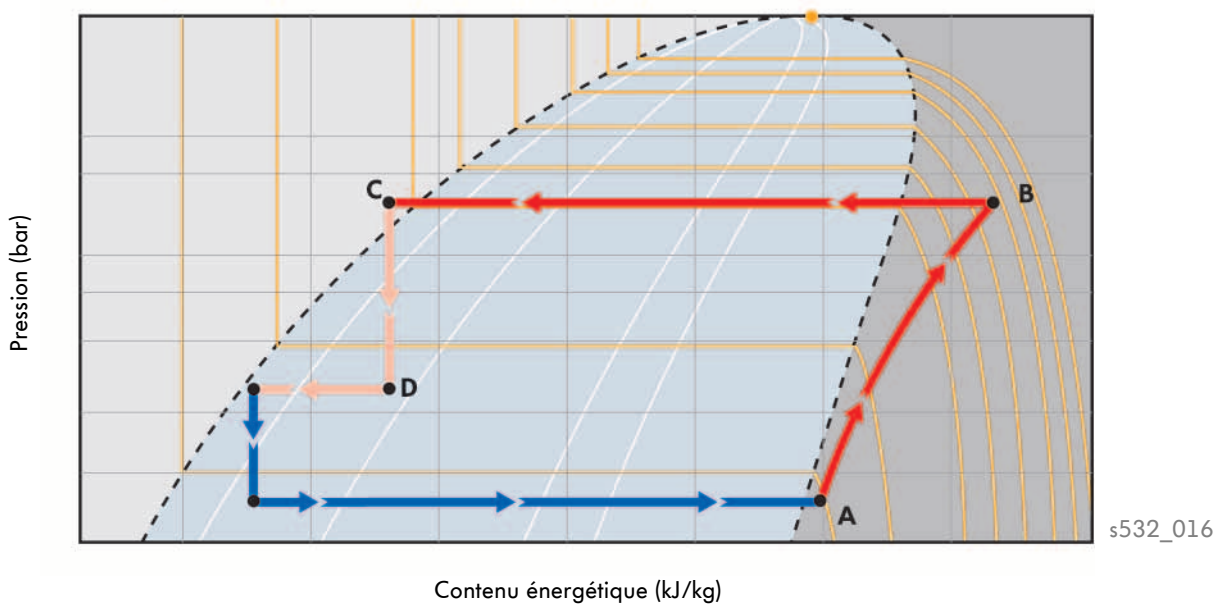


Cette fonction exploite exclusivement la chaleur de l'air extérieur pour le chauffage de l'habitacle.

1. Le compresseur électrique de climatiseur comprime le fluide frigorigène. Le fluide frigorigène à l'état gazeux se trouve sous haute pression, à haute température.
2. Dans le condenseur de chauffage, le fluide frigorigène cède de la chaleur à l'air et commence à se condenser. L'air réchauffé est utilisé pour le chauffage de l'habitacle.
3. Les vannes de coupure 1 et 4 sont fermées. Le détendeur thermostatique 1 assure une décompression qui abaisse la pression et la température du fluide frigorigène liquide.
4. L'évaporateur fonctionne maintenant comme condenseur. Le fluide frigorigène entrant se condense et cède de la chaleur. L'air ainsi préchauffé poursuit son chemin jusqu'au condenseur de chauffage.
5. Le détendeur thermostatique 3 est fermé. Dans le détendeur thermostatique 2, le fluide frigorigène est ramené à un niveau de pression encore plus bas. La température du fluide frigorigène devient alors inférieure à celle de l'air ambiant.
6. Ce fluide frigorigène plus froid que l'air ambiant s'évapore dans le condenseur. La chaleur nécessaire à l'évaporation est prélevée dans l'air extérieur, plus chaud, qui se refroidit au cours du processus. Le fluide frigorigène sous forme gazeuse sort du condenseur et traverse la vanne de coupure 5 ouverte, en direction du compresseur de climatiseur.

Diagramme de phase du fluide frigorigène R134a

La figure ci-dessous représente l'état du fluide frigorigène R134a en mode chauffage par air.



Légende

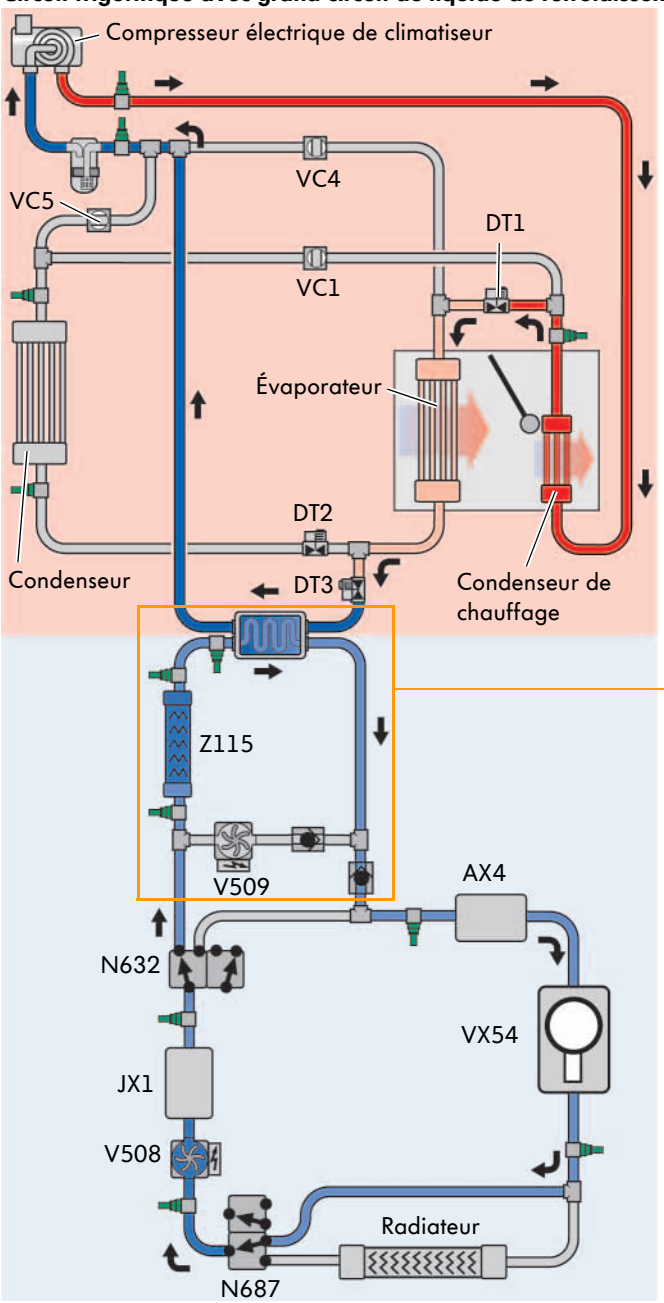
- Fluide frigorigène à l'état gazeux
- Phase de vapeur humide du fluide frigorigène
- Fluide frigorigène à l'état liquide
- Limite entre phase gazeuse et phase liquide
- Zone haute pression
- Zone moyenne pression
- Zone basse pression
- Ligne de température constante (courbe de température)

Explication

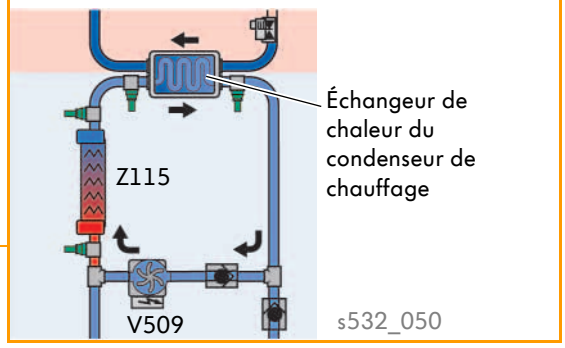
A – B : compression (compresseur électrique de climatiseur)
Le fluide frigorigène est sous forme gazeuse, la pression et la température augmentent.
B – C : condensation (condenseur de chauffage)
Le fluide frigorigène se liquéfie, la température baisse, la pression reste constante.
C – D : détente (détendeur thermostatique 1)
La pression se détend dans le détendeur thermostatique 1. Cela provoque l'évaporation partielle du fluide frigorigène, et la température baisse.
D – E : condensation (évaporateur)
Le fluide frigorigène se condense, la température baisse et la pression reste constante.
E – F : détente (détendeur thermostatique 2)
La pression se détend dans le détendeur thermostatique 2. La température du fluide chute en dessous de la température ambiante.
F – A : évaporation (condenseur)
Le fluide frigorigène passe complètement à l'état gazeux, la température et la pression restent constantes.
K : point critique
À gauche du point critique se trouve la courbe d'ébullition, et à droite, la courbe de rosée du fluide frigorigène.

La fonction de chauffage en mode liquide de refroidissement

Circuit frigorifique avec grand circuit de liquide de refroidissement



Extrait : petit circuit de liquide de refroidissement



Légende

DT	Détendeur thermostatique
VC	Vanne de coupure
AX4	Chargeur 1 de batterie haute tension
JX1	Électronique de puissance et de commande pour transmission électrique
N632	Clapet d'inversion 1 de liquide de refroidissement
N687	Vanne de commutation pour dérivation de radiateur
V508	Pompe de circulation du liquide de refroidissement en amont de l'électronique de puissance et de commande pour transmission électrique
V509	Pompe de circulation du liquide de refroidissement en amont du chauffage haute tension (thermistance CTP)
VX54	Transmission à courant triphasé
Z115	Chauffage haute tension (thermistance CTP)

- Zone haute pression
- Zone moyenne pression
- Zone basse pression
- Liquide de refroidissement
- Circuit frigorifique
- Circuit de liquide de refroidissement

Circuit frigorifique

Cette fonction utilise la chaleur du liquide de refroidissement de la transmission à courant triphasé, de l'électronique de puissance et de commande pour transmission électrique et du chargeur pour chauffer l'habitacle du véhicule.
1. - 4. Le déroulement du processus, de la compression dans le compresseur électrique de climatiseur jusqu'à la condensation complète dans l'évaporateur, est identique à la fonction de chauffage en mode air.

5. Le détendeur thermostatique 2 est fermé. Dans le détendeur thermostatique 3, une décompression entraîne une baisse de la pression et de la température du fluide frigorigène liquide.
6. Dans l'échangeur de chaleur du condenseur de chauffage, le fluide frigorigène s'évapore grâce à un apport de chaleur. La chaleur nécessaire à l'évaporation est prélevée dans le liquide de refroidissement, plus chaud, qui se refroidit au cours du processus. Le fluide frigorigène à l'état gazeux sort de l'échangeur de chaleur du condenseur de chauffage et s'écoule en direction du compresseur de climatiseur.

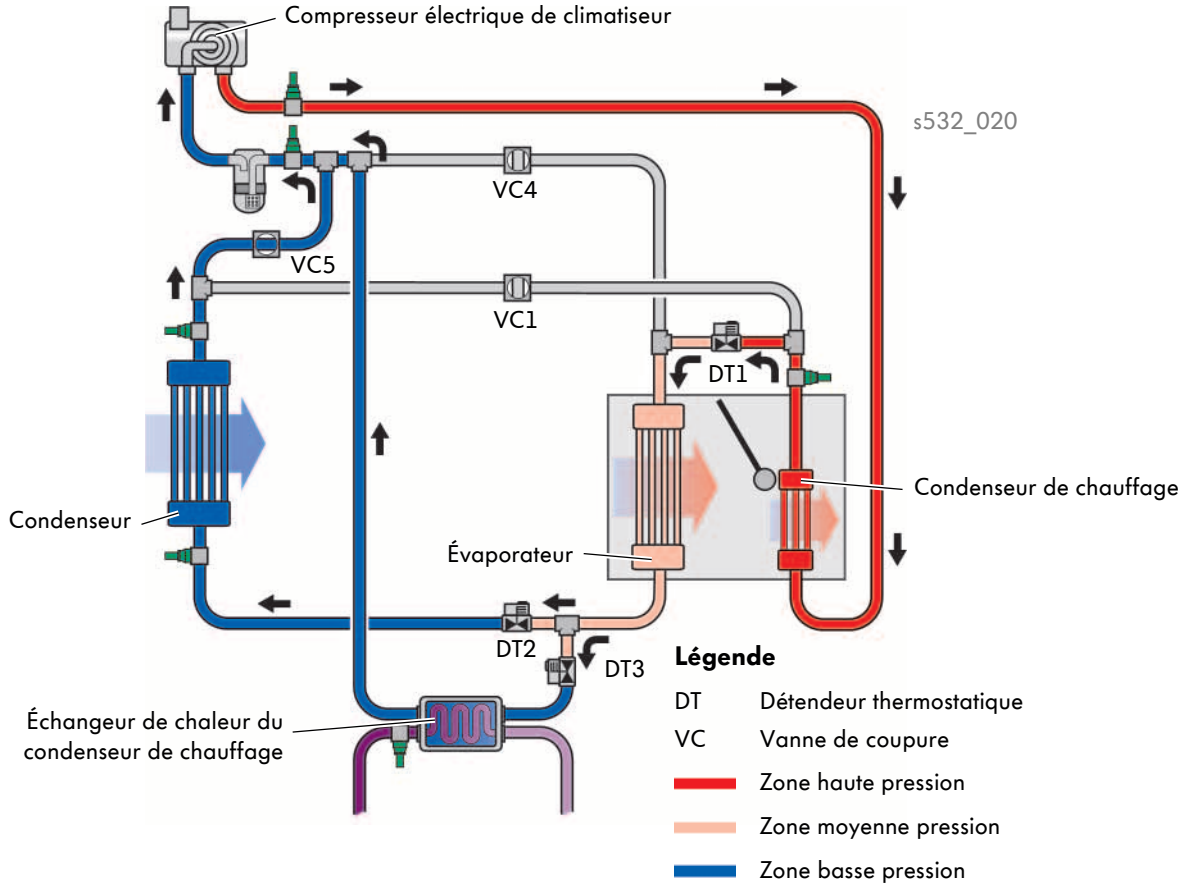
Grand circuit de liquide de refroidissement

Le liquide de refroidissement circule dans le grand circuit afin que la chaleur du liquide de refroidissement de la transmission à courant triphasé, de l'électronique de puissance et de commande pour transmission électrique et du chargeur puisse être utilisée pour le chauffage de l'habitacle. La circulation du liquide dans ce circuit est assurée par la pompe de circulation du liquide de refroidissement en amont de l'électronique de puissance et de commande pour transmission électrique V508. Pour que la chaleur dégagée par les composants puisse être exploitée de manière optimale, elle est déviée du radiateur par l'activation de la vanne de commutation pour dérivation de radiateur N687.

Petit circuit de liquide de refroidissement

Si la puissance d'évaporation du grand circuit de liquide de refroidissement et de l'air n'est pas suffisante, le chauffage haute tension (thermistance CTP) est activé pour fournir un apport d'énergie supplémentaire au circuit de liquide de refroidissement et pour augmenter la température du liquide de refroidissement. Pour empêcher l'échauffement de la transmission à courant triphasé, de l'électronique de puissance et de commande pour transmission électrique et du chargeur, le grand circuit de liquide de refroidissement est alors séparé du petit circuit par l'activation du clapet d'inversion 1 de liquide de refroidissement N632. La pompe de circulation du liquide de refroidissement en amont du chauffage haute tension (thermistance CTP) V509 est activée pour assurer la circulation du liquide de refroidissement dans le petit circuit.

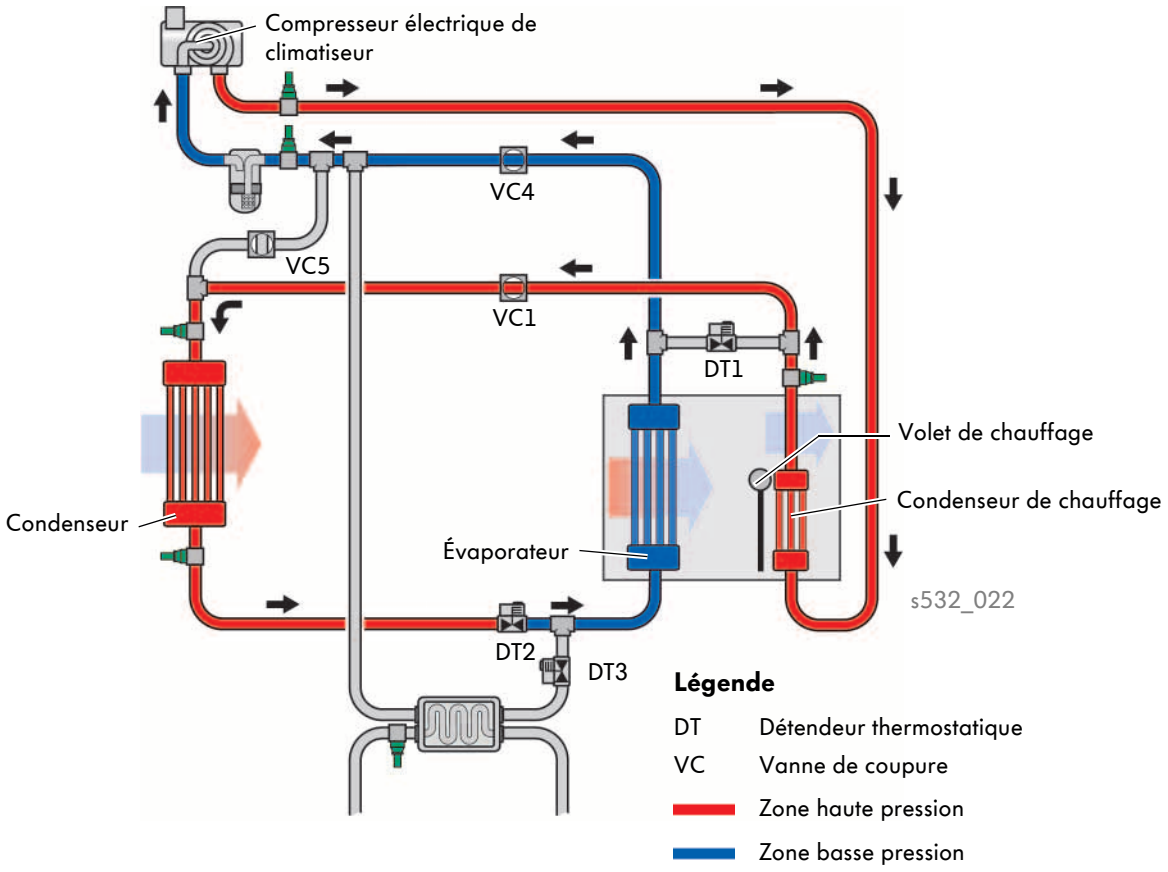
La fonction de chauffage en mode combiné air et liquide de refroidissement



Cette fonction est une combinaison des deux fonctions décrites précédemment. Elle utilise à la fois la chaleur de l'air extérieur et celle du liquide de refroidissement pour chauffer l'habitacle.
1. - 4. Le déroulement du processus, de la compression dans le compresseur électrique de climatiseur jusqu'à la condensation complète dans l'évaporateur, est identique à la fonction de chauffage en mode air.

5. La pression et la température du fluide frigorigène liquide sont réduites grâce à la décompression opérée dans les détendeurs thermostatiques 2 et 3. À l'issue de ce processus de détente, la température du fluide frigorigène est inférieure à la température ambiante. Le calculateur de pompe à chaleur détermine le débit de fluide frigorigène qui traverse les deux détendeurs thermostatiques.
6. Ce fluide frigorigène plus froid que l'air ambiant s'évapore dans le condenseur. La chaleur nécessaire à l'évaporation est prélevée dans l'air extérieur, plus chaud, qui se refroidit au cours du processus. Le fluide frigorigène à l'état gazeux sort de l'évaporateur et s'écoule à travers la vanne de coupure 5 ouverte, en direction du compresseur de climatiseur.
7. Dans l'échangeur de chaleur du condenseur de chauffage, le fluide frigorigène s'évapore grâce à un apport de chaleur. La chaleur nécessaire à l'évaporation est prélevée dans le liquide de refroidissement, plus chaud. Le fluide frigorigène à l'état gazeux sort de l'échangeur de chaleur du condenseur de chauffage et s'écoule en direction du compresseur de climatiseur.

La fonction de réfrigération



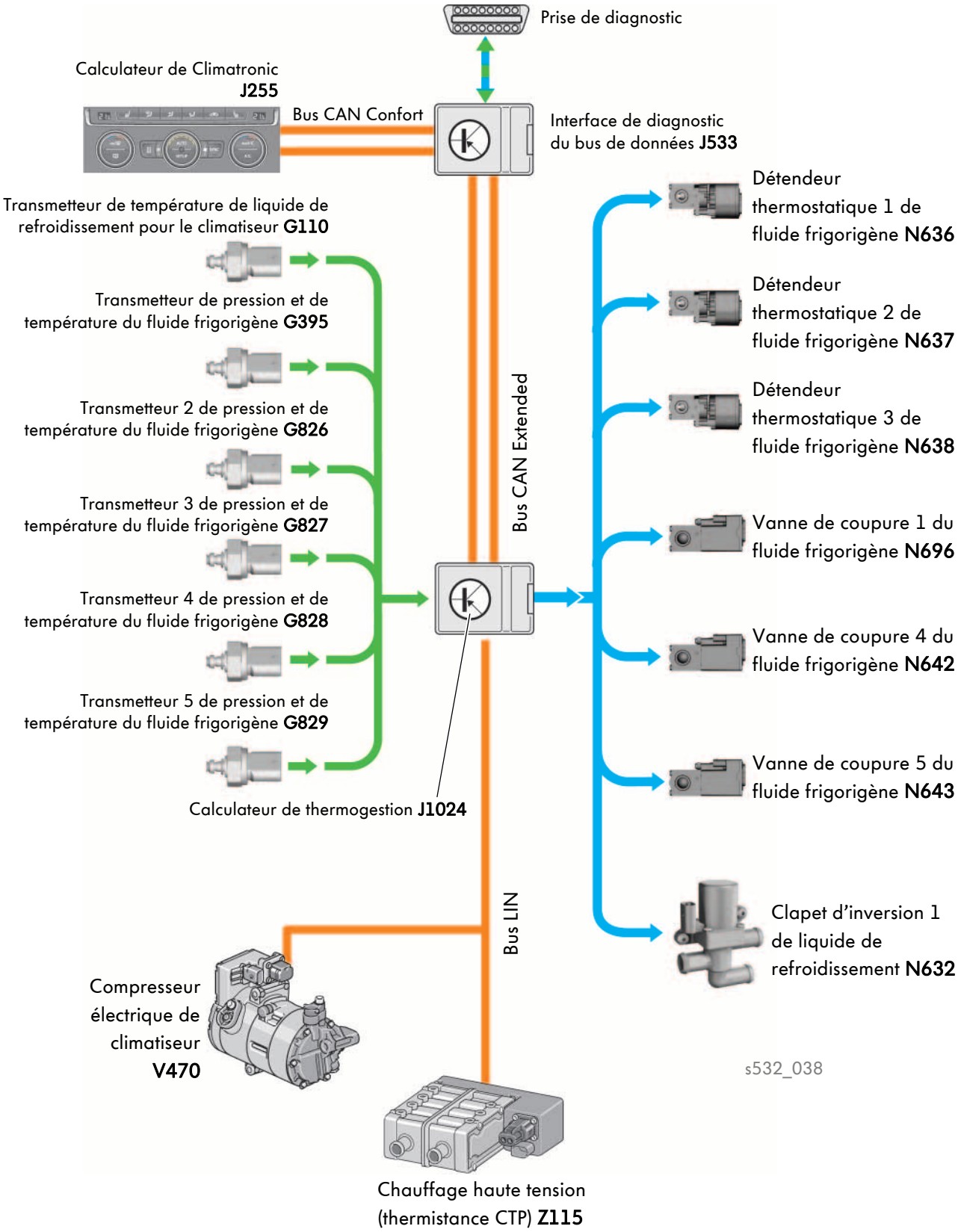
Cette fonction permet de générer du froid à l'aide du circuit de la pompe à chaleur pour rafraîchir l'habitacle.

1. Le compresseur électrique de climatiseur comprime le fluide frigorigène. Le fluide frigorigène à l'état gazeux se trouve sous haute pression, à haute température.
2. Le volet de chauffage étant fermé, le condenseur de chauffage n'est pas traversé par un flux d'air frais. Le fluide frigorigène ne s'y condense pas, et ne cède donc pas de chaleur.
3. Le détendeur thermostatique 1 obture le passage vers l'évaporateur. Le fluide frigorigène s'écoule vers le condenseur à travers la vanne de coupure 1 ouverte.
4. Le condenseur est traversé par le flux de vent relatif. Le fluide frigorigène cède de la chaleur à l'air et se condense. La température du fluide frigorigène baisse, la pression reste au même niveau.
5. Le détendeur thermostatique 2 réduit la pression et la température du fluide frigorigène liquide. À l'issue de ce processus de détente, la température du fluide frigorigène est inférieure à la température ambiante.
6. Dans l'évaporateur, le fluide frigorigène s'évapore complètement. La chaleur nécessaire à l'évaporation est prélevée dans l'air extérieur, qui se refroidit au cours du processus. L'air refroidi est soufflé dans l'habitacle.
7. Le fluide frigorigène à l'état gazeux sort de l'évaporateur et s'écoule à travers la vanne de coupure 4 ouverte, en direction du compresseur de climatiseur.

Vue d'ensemble du système

Capteurs

Actionneurs



Le système de pompe à chaleur est sans entretien. Pour la vidange et le remplissage du système, consultez impérativement le Manuel de Réparation. Aucun outil spécial n'est nécessaire.

Seules les personnes disposant d'un certificat de compétence dans les systèmes de climatisation peuvent réaliser des travaux sur le système de pompe à chaleur.
Pour tous travaux d'entretien sur le système de pompe à chaleur, vérifiez dans la documentation Service dans quels cas il est nécessaire qu'un Technicien haute tension (THT) effectue une mise hors tension.

Contrôlez vos connaissances !

Quelle réponse est correcte ?

Parmi les réponses indiquées, il peut y avoir une ou plusieurs réponses correctes.

1. Quelle affirmation relative au circuit frigorifique de la pompe à chaleur est correcte ?

❒ a) Aucun réservoir collecteur n'est monté.

❒ b) Le réservoir collecteur est monté dans le circuit basse pression.

❒ c) Le réservoir collecteur est monté dans le circuit haute pression.

❒ d) Le réservoir collecteur n'est utilisé que dans la fonction « réfrigération ».

❒ e) Le réservoir collecteur se trouve dans le circuit frigorifique, en amont du compresseur électrique de climatiseur.

2. Quel composant remplace l'échangeur de chaleur ?

❒ a) Le condenseur de chauffage dans l'appareil de chauffage et de climatisation

❒ b) L'échangeur de chaleur en amont du condenseur de chauffage

❒ c) Le chauffage haute tension (thermistance CTP)

❒ d) Le chauffage d'appoint à carburant

3. Les transmetteurs de pression et de température du fluide frigorigène...

❒ a) sont reliés au calculateur de Climatronic J255 par un câble de bus de données analogique.

❒ b) mesurent uniquement la pression du fluide frigorigène. La température du fluide frigorigène est déterminée par une comparaison dans le tableau des pressions de vapeur du R134a.

❒ c) sont vissés sans valve dans le circuit frigorifique. Pour remplacer l'un de ces transmetteurs, il faut aspirer le fluide frigorigène.

❒ d) sont montés exclusivement sur les véhicules dotés d'une pompe à chaleur de deuxième monte.

4. Pour faire passer un fluide de l'état liquide à l'état de vapeur, il faut...

❒ a) que le fluide absorbe de la chaleur.

❒ b) que le fluide cède de la chaleur.

❒ c) que la pression du fluide augmente.

❒ d) que le fluide se condense.

5. Quelle est la fonction de l'échangeur de chaleur du condenseur de chauffage ?

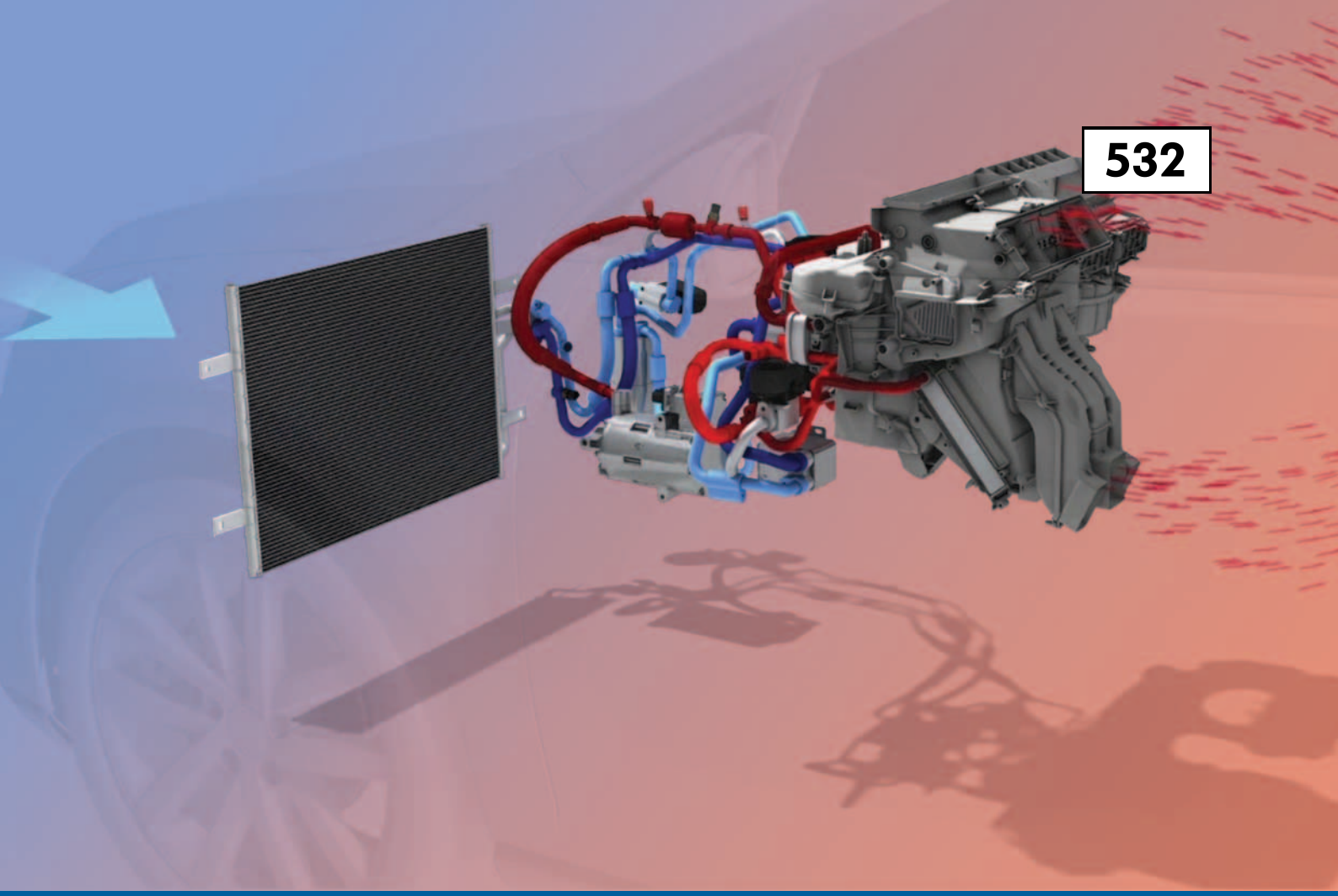
❒ a) Dans l'échangeur de chaleur du condenseur de chauffage, le liquide de refroidissement absorbe la chaleur du fluide frigorigène pour réchauffer l'électronique de puissance et de commande pour transmission électrique lorsque la température extérieure est basse.

❒ b) Dans l'échangeur de chaleur du condenseur de chauffage, le fluide frigorigène absorbe la chaleur du liquide de refroidissement pour s'évaporer.

❒ c) Dans l'échangeur de chaleur du condenseur de chauffage, le fluide frigorigène absorbe la chaleur du liquide de refroidissement pour se condenser.

❒ d) L'échangeur de chaleur du condenseur de chauffage soutient le chauffage du véhicule lorsque le pare-brise risque de s'embuer, par ex. en cas de pluie.

Réponse :
1. b), e) ; 2. a) ; 3. c) ; 4. a) ; 5. b)



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Sous réserve de tous droits et modifications techniques.
000.2812.89.40 Dernière mise à jour 01/2015

Volkswagen AG
Qualification Service après-vente
Service Training VSQ-2
Brieffach 1995
D-38436 Wolfsburg

❀ Ce papier a été fabriqué à partir de cellulose blanchie sans chlore.