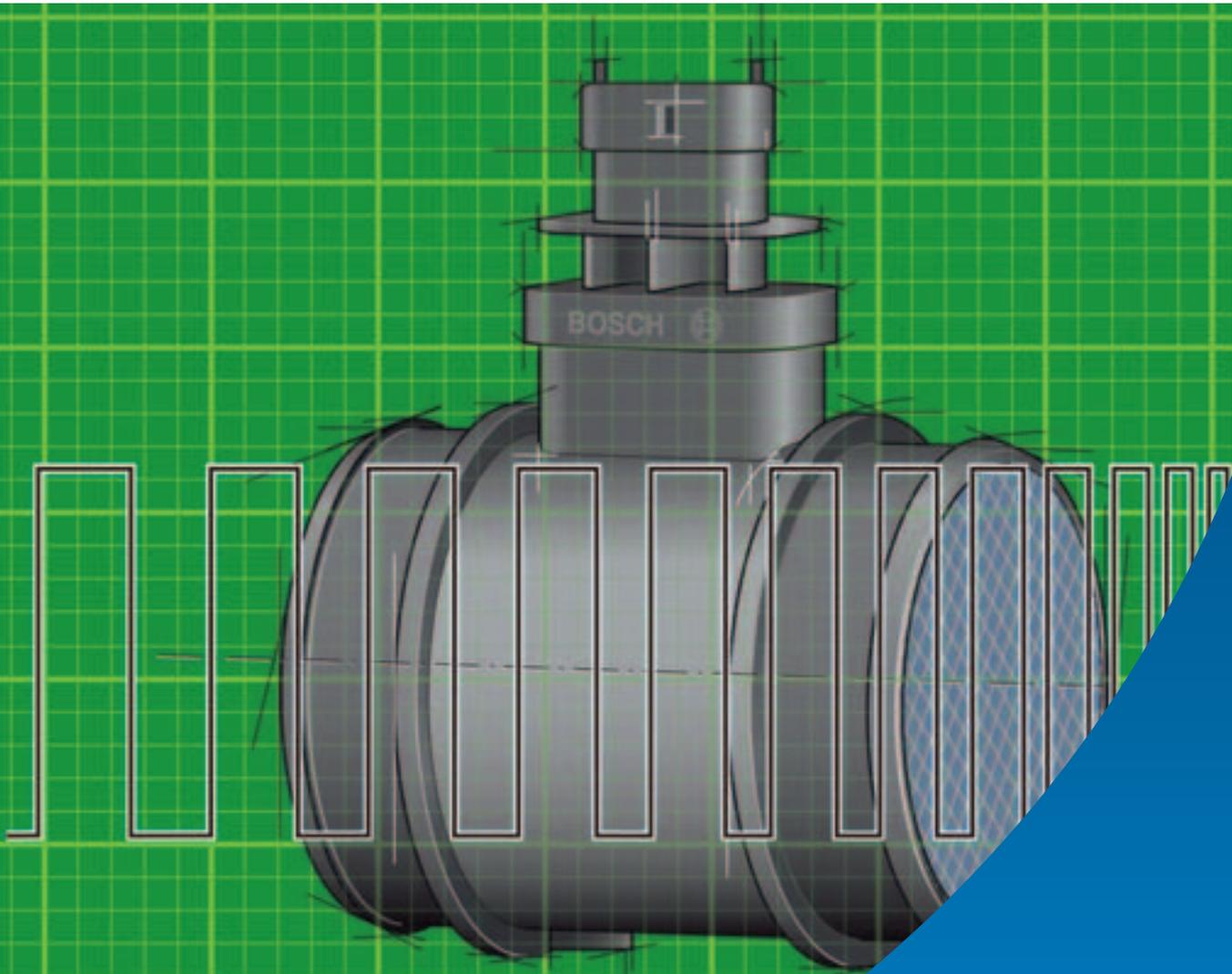




Programme autodidactique 358

Débitmètre d'air massique à film chaud HFM 6

Conception et fonctionnement



En raison d'une évolution constante des normes et lois sur les rejets d'émissions polluantes par les véhicules automobiles, des composants offrant une meilleure précision de mesure sont constamment nécessaires. Ainsi, dans le domaine de la gestion moteur, une nouvelle génération de débitmètres d'air massique à film chaud est mise en service.

Pour satisfaire aux lois et aux normes, il ne suffit pas de transformer les gaz d'échappement après la combustion, mais il faut en maintenir la quantité à un niveau le plus faible possible grâce à une combustion efficace.

De plus, les moteurs modernes offrent de plus en plus de puissance pour une consommation de carburant identique ou inférieure.

Outre de nombreuses autres mesures, la détermination exacte de l'air aspiré par un débitmètre d'air massique contribue à répondre à toutes ces exigences.

Ce programme autodidactique a pour objectif de vous faire connaître et comprendre les principes de base permettant de déterminer la masse d'air aspirée ainsi que le fonctionnement du débitmètre d'air massique à film chaud HFM 6.



S358_019

NOUVEAU



**Attention
Remarque**



Le programme autodidactique présente la conception et le fonctionnement d'innovations techniques ! Son contenu n'est pas actualisé.

Pour toutes les directives de réparation, de contrôle et de réglage, veuillez vous référer à la documentation SAV prévue à cet effet.



Principes de base de la mesure de la masse d'air	4	
Température et pression atmosphérique	4	
Conséquence de la température et de la pression de l'air sur la masse d'air .	5	
Principes de base de la combustion	6	
Mélange air-carburant.....	6	
Normes antipollution	7	
Débitmètre d'air massique à film chaud HFM 6	8	
Rôle.....	8	
Emplacement de montage.....	8	
Conception.....	9	
Élément capteur	10	
Conception.....	10	
Conduit de dérivation (by-pass)	11	
Procédé de mesure	12	
Détection de retour de flux	13	
Transmission du signal d'air massique au calculateur de moteur.....	14	
Capteur de température de l'air d'admission	15	
Service Après-Vente	16	
Diagnostic	16	
Testez vos connaissances	18	

Principes de base de la mesure de la masse d'air



Température et pression atmosphérique

Lorsqu'on entend le mot « air », beaucoup pensent immédiatement au milieu qui nous entoure, c'est-à-dire à l'air régnant à une pression atmosphérique normale et à des températures agréables.

Mais, comme nous le savons, les températures ainsi que la pression atmosphérique varient en permanence.

Les températures et la pression atmosphérique varient fortement dans le monde entier et en fonction du lieu. (La température et la pression atmosphérique diminuent en permanence avec l'altitude.)

Influence de l'altitude sur la température et la pression atmosphérique

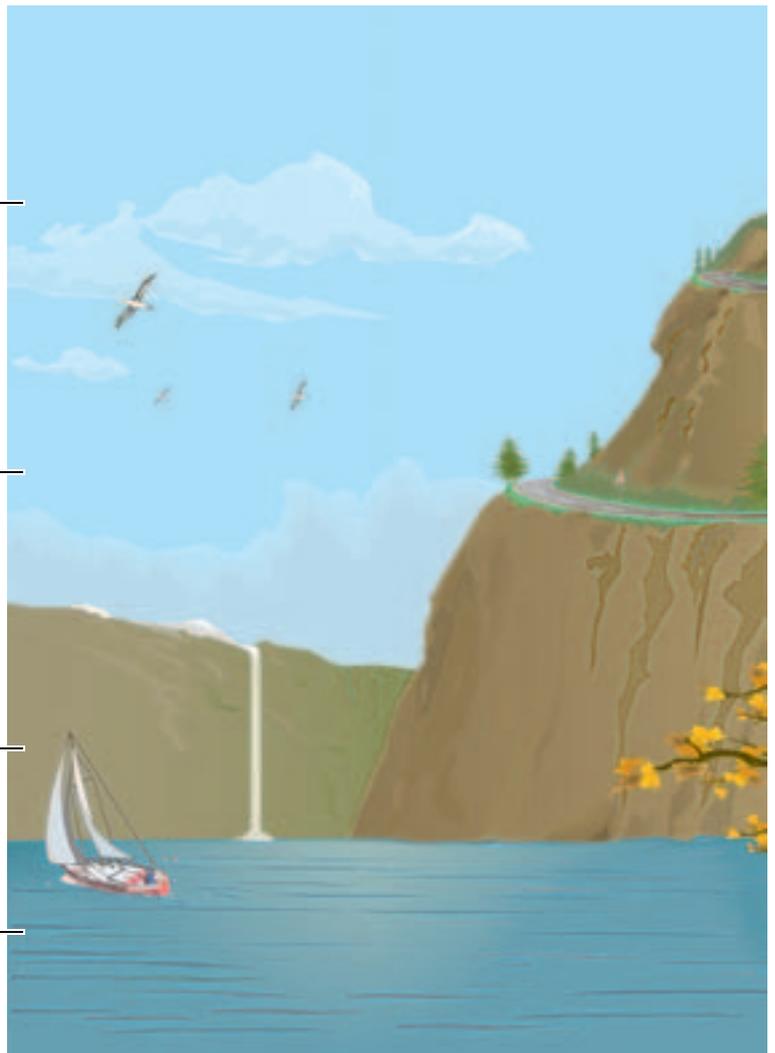
Exemple :

Altitude : 1000 mètres
Pression atmosphérique : 898 hPa (0,898 bar)
Température : 13,5° C

Altitude : 500 mètres
Pression atmosphérique : 954 hPa (0,954 bar)
Température : 16,75° C

Altitude : 100 mètres
Pression atmosphérique : 1001 hPa (1,001 bar)
Température : 19,35° C

Altitude : 0 mètre
Pression atmosphérique : 1013 hPa (1,013 bar)
Température : 20° C



S358_002



Conséquence de la température et de la pression de l'air sur la masse d'air

Dans un volume constant, la masse d'air varie avec la température et la pression de l'air.

Faible pression d'air, température élevée

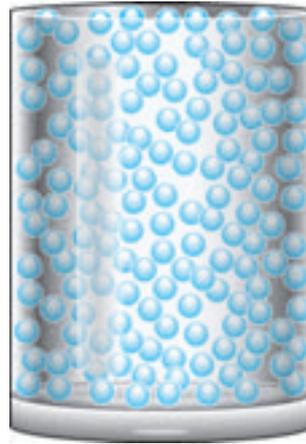
Un récipient cylindrique dont l'aire de la base est de 1 m^2 et la hauteur de 1 m renferme 1 m^3 d'air.

La pression de l'air est faible et la température de l'air est élevée.

En raison de la faible pression et de la température élevée, la densité de l'air est faible.

(Une faible masse d'air se trouve dans le récipient.)

La masse d'air dans le récipient est faible.



S358_003

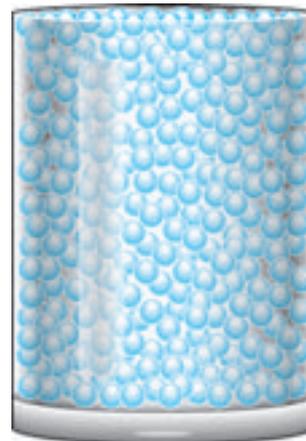
Pression d'air élevée, basse température

Dans un récipient de taille identique se trouve de l'air à une pression élevée et à une basse température.

En raison de la pression élevée et de la basse température, la densité de l'air est nettement plus élevée.

(Une masse d'air nettement plus importante se trouve dans le récipient.)

La masse d'air dans le récipient est nettement plus élevée.

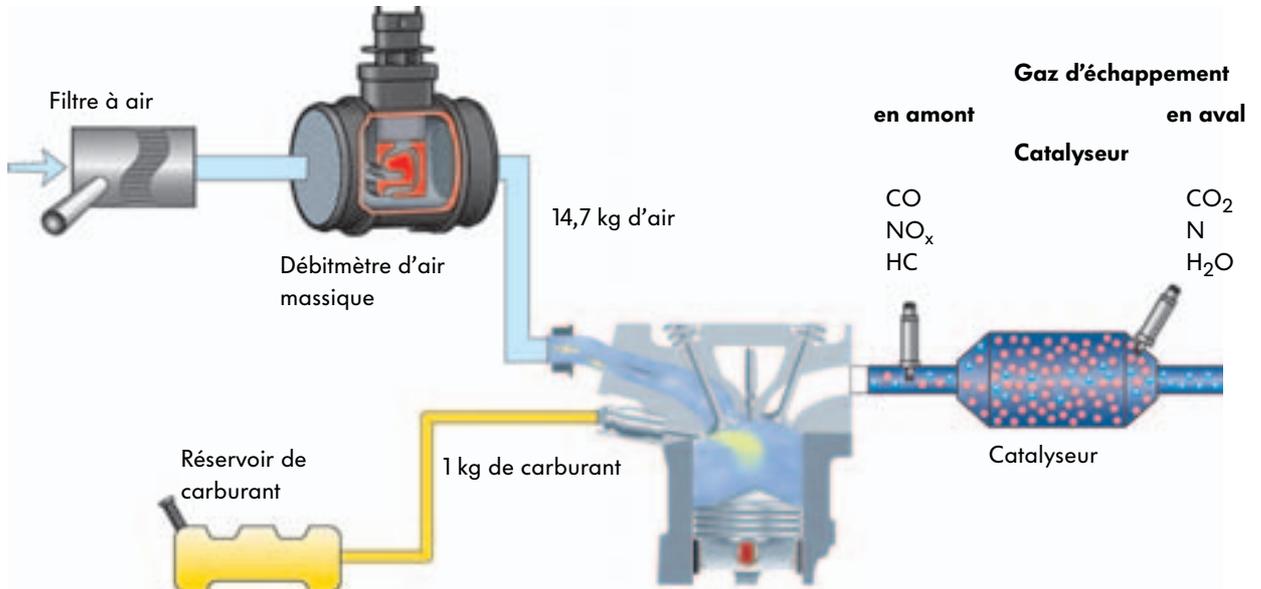


S358_004

Principes de base de la combustion

Mélange air-carburant

Parcours de l'air



Parcours du carburant

S358_005

Pour permettre la combustion optimale de 1 kg de carburant, le moteur à combustion interne nécessite 14,7 kg d'air. Ce mélange air-carburant est appelé « mélange stochiométrique » dans le domaine technique.

Afin que le calculateur du moteur puisse adapter en toute situation la proportion correcte air-carburant, il a besoin d'une information précise concernant la masse d'air aspirée.

Dans le cas d'un mélange stochiométrique, le rapport air-carburant correspond à la valeur lambda 1. Uniquement dans le cas d'une composition stochiométrique, les polluants contenus dans les gaz d'échappement peuvent être presque entièrement éliminés par le catalyseur.

Mélange riche air-carburant

Dans le cas d'un mélange riche air-carburant (lambda < 1), les gaz d'échappement contiennent trop de monoxydes de carbone (CO) et d'hydrocarbures imbrûlés (HC).

Exemple : $\frac{1,2 \text{ kg de carburant}}{14,7 \text{ kg d'air}}$

Mélange pauvre air-carburant

Dans le cas d'un mélange pauvre air-carburant (lambda > 1), les gaz d'échappement contiennent trop d'oxydes d'azote (NO_x).

Exemple : $\frac{0,8 \text{ kg de carburant}}{14,7 \text{ kg d'air}}$

La mesure exacte de la masse d'air aspirée permet par conséquent de maintenir le rapport air-carburant dans la plage lambda 1 et de réduire ou d'éviter les émissions à l'échappement.

Normes antipollution

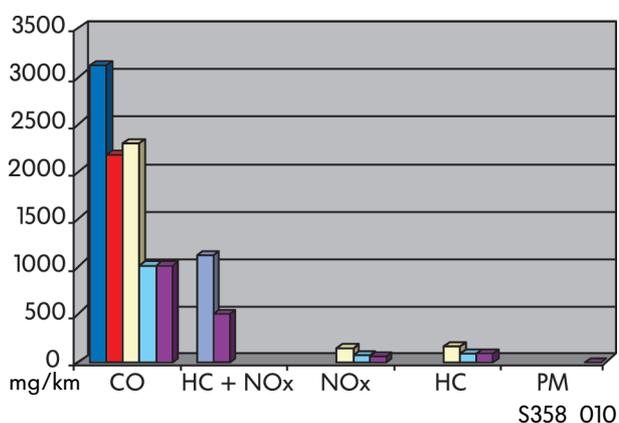
Par rapport aux modèles précédents, le débitmètre d'air massique à film chaud contribue, grâce à ses tolérances de mesure réduites, au respect des normes antipollution sans cesse renforcées en Europe et aux États-Unis.

La détermination exacte de la masse d'air aspirée permet d'optimiser le conditionnement du mélange et de simplifier le post-traitement des gaz d'échappement par des catalyseurs.



Évolution des valeurs d'émission à l'exemple de l'Europe

Moteurs à essence

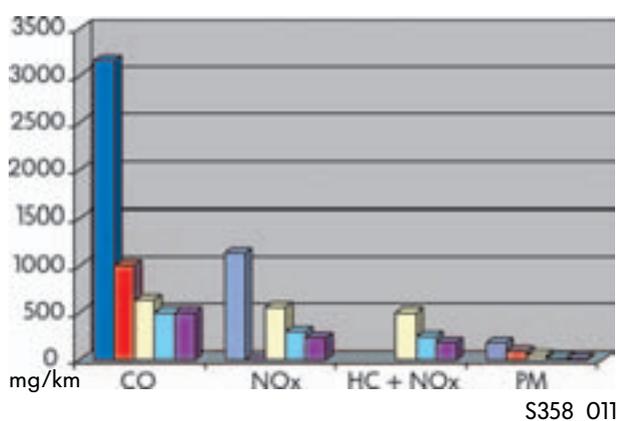


Norme	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5**
valable à partir de	01.07.92	01.01.96	01.01.00	01.01.05	01.09.09
CO	3160	2200	2300	1000	1000
HC + NO _x	1130	500			
NO _x			150	80	60
HC			200	100	100
PM				5*	5*

* Véhicules avec moteurs à injection directe

** Valeurs conformes aux informations connues jusqu'ici
Explication des symboles chimiques, voir page 19

Moteurs diesel



Norme	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5**
valable à partir de	01.07.92	01.01.96	01.01.00	01.01.05	01.09.09
CO	3160	1000	640	500	500
HC + NO _x	1130	700/ 900*	560	300	230
NO _x			500	250	180
PM	180	80/100*	50	25	5

* Véhicules avec moteurs à injection directe

** Valeurs conformes aux informations connues jusqu'ici
Explication des symboles chimiques, voir page 19

Légende

■ EURO 1	à partir de 1992 également CEE niveau 1 (Communauté Économique Européenne)
■ EURO 2	à partir de 1996 également CE niveau 2 (Communauté Européenne)
■ EURO 3	à partir de 2000
■ EURO 4	à partir de 2005
■ EURO 5	à partir de 2009

Débitmètre d'air massique à film chaud HFM 6

Fonction

Le débitmètre d'air massique à film chaud HFM 6 sert à détecter la masse d'air aspirée. Sur la base de son signal, le calculateur du moteur détecte la masse exacte d'air aspirée.

Sur les moteurs à essence, les signaux sont utilisés pour calculer toutes les fonctions asservies à la charge.

Les fonctions asservies à la charge sont :

- le point d'allumage,
- la durée d'injection,
- le débit d'injection et
- le système de réservoir à charbon actif.

Sur les moteurs diesel, les signaux sont utilisés pour commander

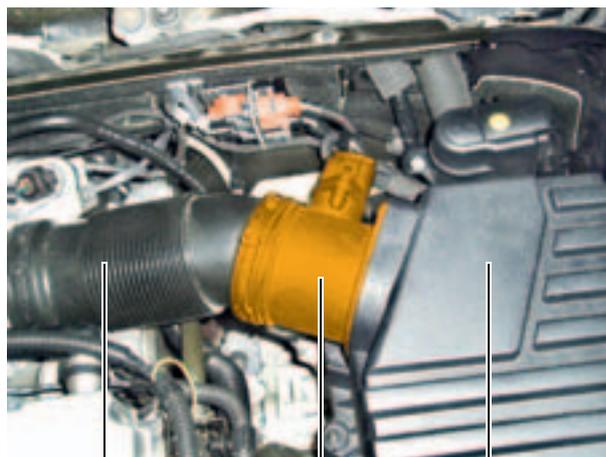
- le taux de recyclage des gaz d'échappement et
- la durée d'injection.

Les moteurs suivants en sont déjà équipés :

- Moteur 3,2l V6 FSI
- Moteur 3,6l V6 FSI
- Moteur 2,5l R5 TDI

Emplacement de montage

Le débitmètre d'air massique à film chaud est monté dans le système d'admission d'air du moteur, entre le filtre à air et le papillon des gaz.



Système d'admission d'air Débitmètre d'air massique Filtre à air

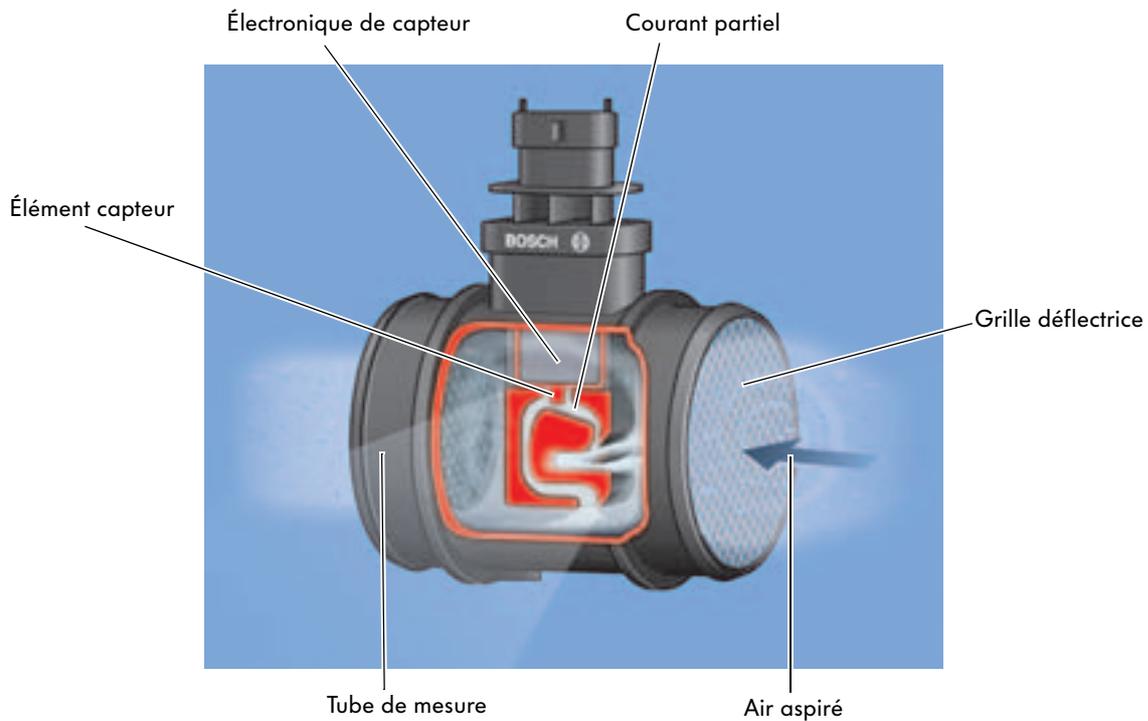
S358_016

Conception

Le débitmètre d'air massique à film chaud HFM 6 se compose des éléments suivants :

- tube de mesure
- électronique de capteur avec élément capteur

La mesure de la masse d'air s'effectue dans un flux d'air partiel (by-pass). Grâce à sa conception spéciale, le débitmètre d'air massique peut mesurer la masse d'air aspirée et la masse d'air refoulée.



S358_006

Si des particules d'impureté, des vapeurs d'huile moteur ou de l'humidité de l'air parviennent à l'élément capteur, le résultat de la mesure est faussé. Une attention toute particulière a par conséquent été apportée à la conception du tube de mesure et de la grille déflectrice afin d'éviter que de telles impuretés ne s'infiltrent dans l'électronique de capteur.

Élément capteur

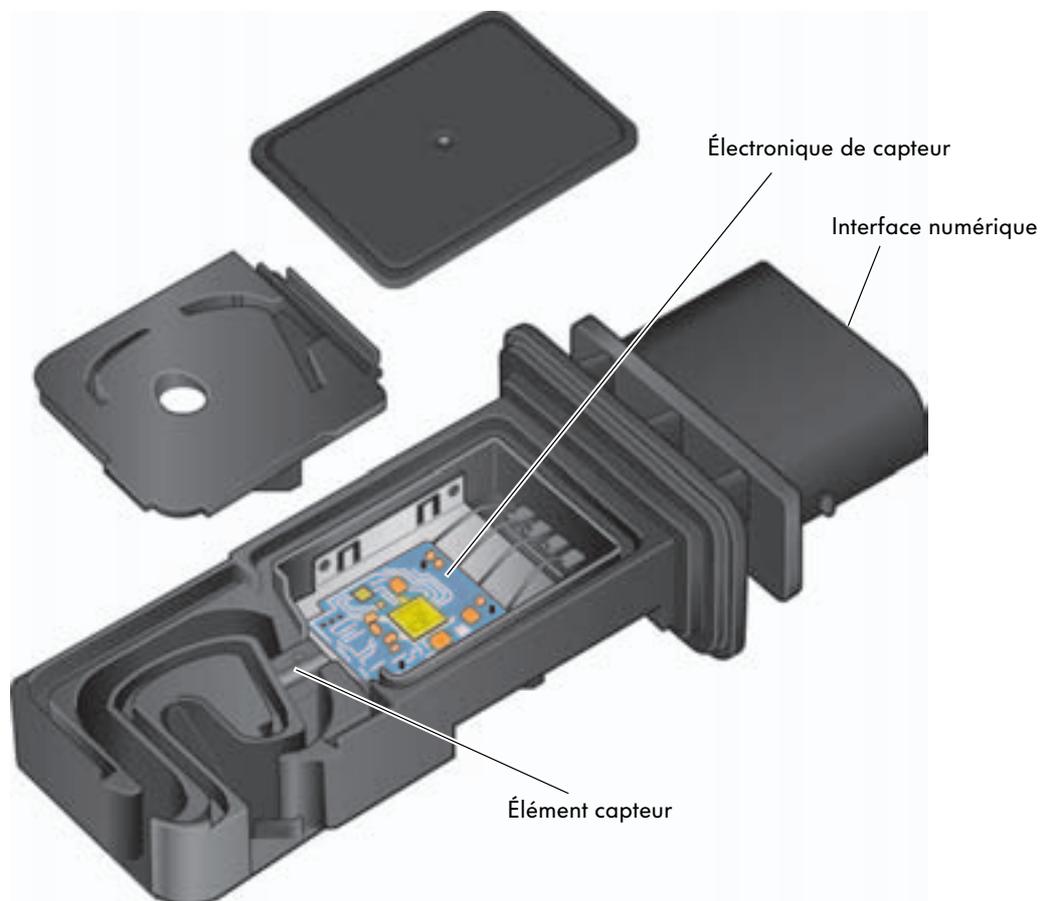
Conception

Le nouveau débitmètre d'air massique fonctionne comme ses prédécesseurs selon un principe de mesure thermique.

Il comprend les composants principaux suivants :

- l'élément capteur micromécanique avec détection de retour de flux et capteur de température de l'air d'admission ;
- une électronique de capteur qui comprend le traitement numérique des signaux
- et une interface numérique.

Par rapport aux débitmètres d'air massique utilisés jusqu'à présent, l'analyse des signaux dans le calculateur du moteur est plus précise et plus stable sur la nouvelle génération de débitmètres grâce à l'interface numérique.



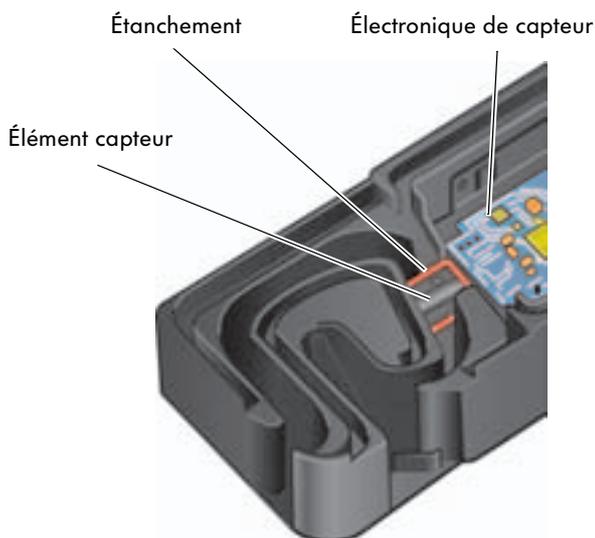
S358_001

Traitement numérique des signaux

Par rapport aux modèles précédents, le débitmètre d'air massique HFM 6 envoie un signal numérique au calculateur du moteur. Jusqu'à présent, le calculateur du moteur recevait un signal analogique qui, avec le vieillissement, était faussé par des résistances de contact.

Conduit de dérivation (by-pass)

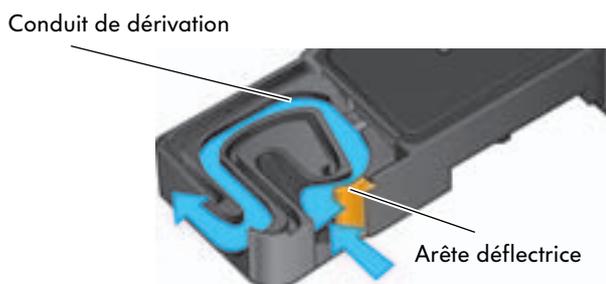
Par rapport au modèle HFM 5, le conduit de dérivation est optimisé pour le courant. Le courant partiel nécessaire pour la mesure de la masse d'air est aspiré derrière l'arête déflectrice située dans le conduit de dérivation.



S358_013

Stabilité du capteur

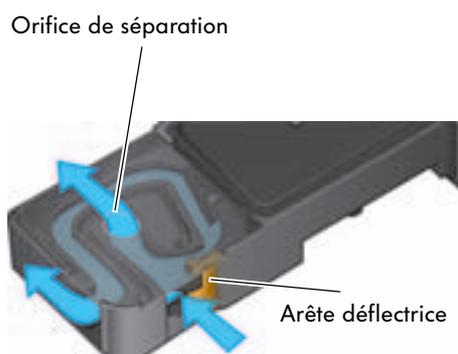
Le conduit de dérivation est totalement séparé de l'électronique de capteur par des zones de collage et d'étanchement de l'élément capteur. Le matériau constituant l'élément α , en outre, été renforcé. Cette mesure a permis d'améliorer la robustesse du capteur.



S358_008

Fonctionnement :

En raison de la conception de l'arête déflectrice, une dépression s'établit derrière elle. Grâce à cette dépression, le courant d'air partiel nécessaire à la mesure de la masse d'air est aspiré dans le conduit de dérivation. Les particules d'impureté inertes ne peuvent pas suivre ce mouvement rapide et sont réacheminées vers l'air d'admission via l'orifice de séparation. Ainsi, les particules d'impureté ne peuvent pas fausser le résultat de la mesure ni endommager l'élément capteur.



S358_012



Élément capteur

Procédé de mesure

L'élément capteur se trouve sur l'électronique de capteur.

L'élément capteur se trouve dans une zone exposée au courant partiel aspiré pour la mesure de la masse d'air.

Fonctionnement :

L'élément capteur est chauffé au centre à 120 °Celsius au moyen de la résistance chauffante par le biais de la température de l'air d'admission.

Exemple de fonctionnement :

Température de l'air d'admission 30 °C
La résistance chauffante est chauffée à 120 °C
Température mesurée $120\text{ °C} + 30\text{ °C} = 150\text{ °C}$

En raison de la distance par rapport à la résistance chauffante, la température de l'élément capteur diminue en direction du bord.

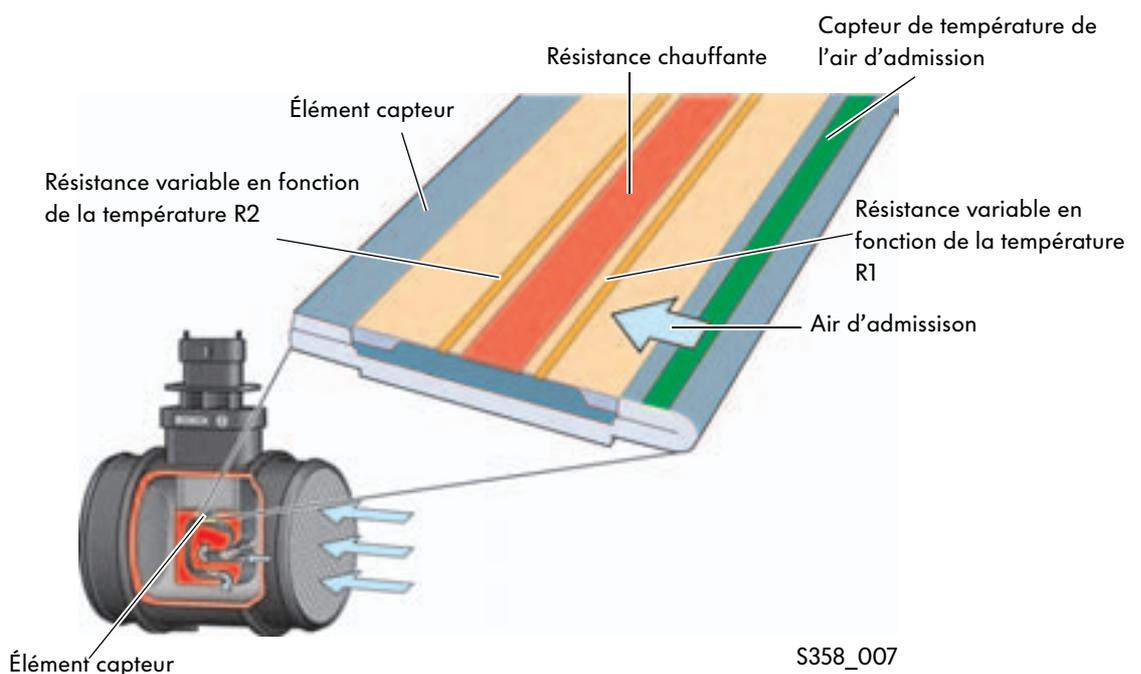
Les composants suivants se trouvent sur l'élément capteur :

- une résistance chauffante,
- deux résistances variables en fonction de la température R1 et R2
- un capteur de température de l'air d'admission.

Exemple de mesure :

Température de l'air d'admission :	30 °C
Température au bord de l'élément capteur :	30 °C
Résistance chauffante :	150 °C
Température au niveau de R1 et R2 sans flux d'air d'admission :	90 °C
Température au niveau de R1 avec flux d'air d'admission :	50 °C
Température au niveau de R2 avec flux d'air d'admission :	reste à env. 90 °C

En raison de la différence de température au niveau de R1 et de R2, le module électronique détecte la masse d'air aspirée et le sens d'écoulement de l'air.



S358_007

Détection de retour de flux

Lorsque les soupapes d'admission sont fermées, elles empêchent le passage de l'air aspiré qui est alors refoulé vers le débitmètre d'air massique. Si cet air n'est pas détecté comme étant un courant de retour, il fausse le résultat de la mesure.

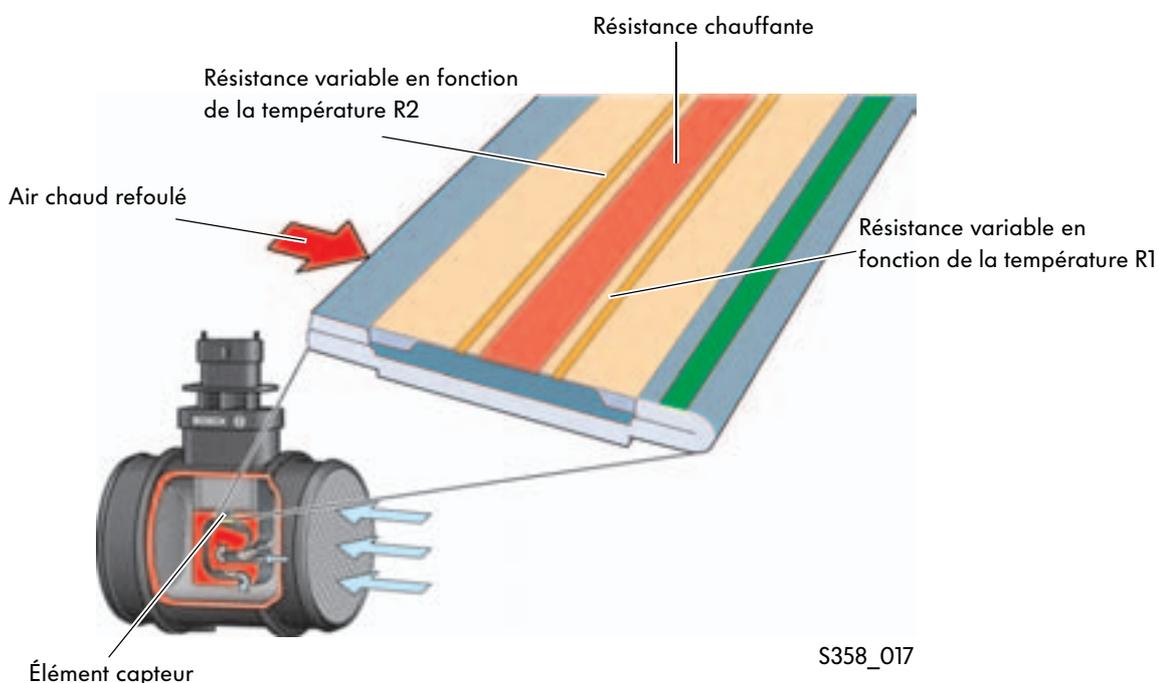
Fonctionnement :

L'air refoulé se heurte à l'élément capteur et traverse tout d'abord la résistance variable en fonction de la température R2, puis la résistance chauffante et ensuite la résistance variable en fonction de la température R1.

Exemple :

Température de l'air d'admission :	30 °C
Résistance chauffante :	150 °C
Température au niveau de R2 :	50 °C
Température au niveau de R1 :	90 °C

En raison de la différence de température au niveau de R1 et de R2, le module électronique détecte la masse d'air refoulée et le sens d'écoulement de l'air.



Élément capteur

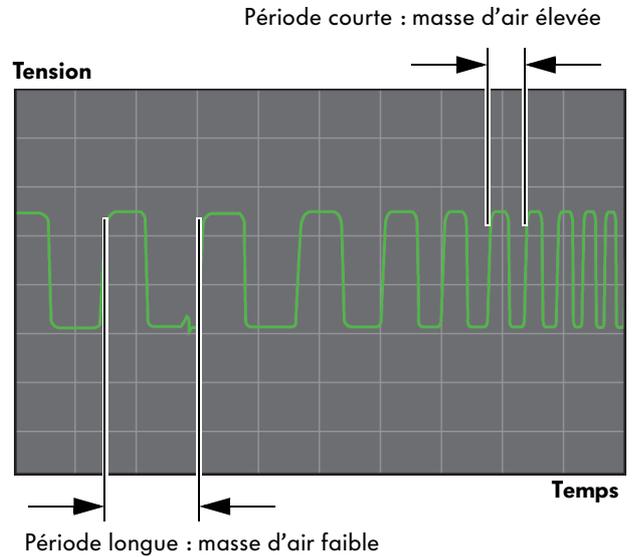
Transmission du signal d'air massique au calculateur du moteur

Le débitmètre d'air massique envoie au calculateur du moteur un signal numérique de la masse d'air mesurée sous forme de fréquence. À partir de la longueur de la période, le calculateur du moteur peut détecter la masse d'air mesurée.

Avantage :

Les messages transmis par câble numérique sont moins sensibles aux perturbations que ceux transmis par câble analogique.

Signal de fréquence



S358_018

Utilisation du signal

Moteur à essence

Le calculateur du moteur a besoin de la masse d'air aspirée pour pouvoir déterminer exactement les fonctions asservies à la charge.

Moteur diesel

Les valeurs mesurées sont requises par le calculateur du moteur pour calculer le taux de recyclage des gaz d'échappement et le débit d'injection.

Conséquence en cas de défaillance du signal

Moteur à essence et moteur diesel

En cas de défaillance du débitmètre d'air massique, le calculateur du moteur utilise un modèle de remplacement qui est mémorisé à cet effet dans le calculateur du moteur.

Capteur de température de l'air d'admission pour élément capteur

Le capteur de température de l'air d'admission se trouve sur l'élément capteur qui détecte ainsi la température de l'air d'admission.

Utilisation du signal

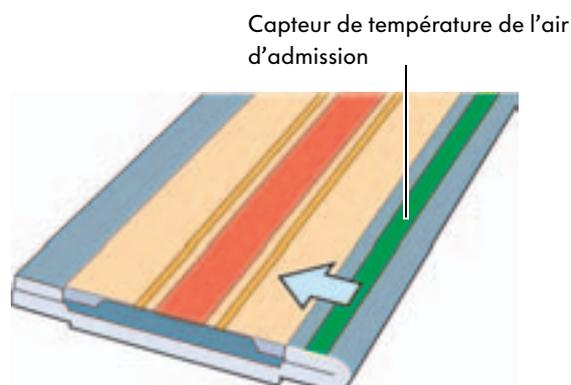
Le capteur de température de l'air d'admission sert à évaluer les températures à l'intérieur du débitmètre d'air massique.

Remarques :

Pour détecter la température de l'air d'admission, la gestion moteur dispose d'un propre capteur indépendant.

Pour détecter la température de l'air d'admission, les moteurs 3,2l V6 FSI et 3,6l V6 FSI sont équipés du capteur de température de l'air d'admission G42.

Sur le moteur 2,5l R5 TDI, le transmetteur de température de l'air d'admission G42 permet de détecter la température de l'air d'admission. Il est logé avec le transmetteur de pression de suralimentation G31 dans un composant.



S358_009



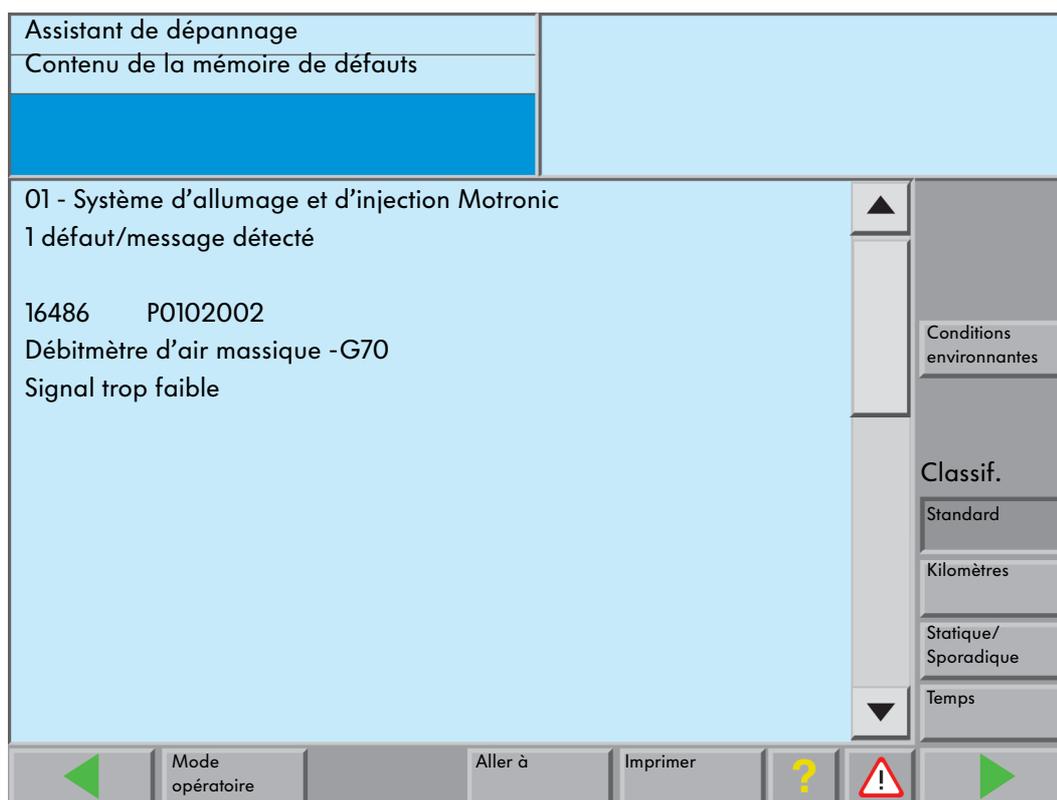
Service Après-Vente

Diagnostic

Mémoire de défauts

Le fonctionnement du débitmètre d'air massique est surveillé par une mémoire de défauts située dans le calculateur du moteur J623.

Si un dysfonctionnement survient pendant le fonctionnement, un message correspondant est enregistré dans la mémoire de défauts.



The screenshot shows a diagnostic software interface. At the top, there are two tabs: "Assistant de dépannage" and "Contenu de la mémoire de défauts". The main area displays the following information:

- 01 - Système d'allumage et d'injection Motronic
- 1 défaut/message détecté
- 16486 P0102002
- Débitmètre d'air massique -G70
- Signal trop faible

On the right side, there are several filter buttons:

- Conditions environnementales
- Classif. Standard
- Kilomètres
- Statique/Sporadique
- Temps

At the bottom, there is a navigation bar with buttons: "Mode opératoire", "Aller à", "Imprimer", a question mark icon, a warning icon, and a right arrow icon.

S358_014



Plan de contrôle

En fonction du message enregistré dans la mémoire de défauts, un plan de contrôle du système est appelé. Les différentes étapes permettant de réaliser le diagnostic sont décrites dans ce plan de contrôle.

Assistant de dépannage						
Plan de contrôle						
Électronique moteur - (16486) Débitmètre d'air massique - G70						
Signal trop faible						
- G70 Débitmètre d'air massique						
	Mode opératoire	Aller à	Imprimer			

S358_015

Le débitmètre d'air massique est exempt d'entretien. Les mesures de réparation nécessaires en cas de dysfonctionnement figurent dans l'Assistant de dépannage.



Testez vos connaissances

1. Parmi les affirmations suivantes concernant la densité de l'air, laquelle est correcte ?

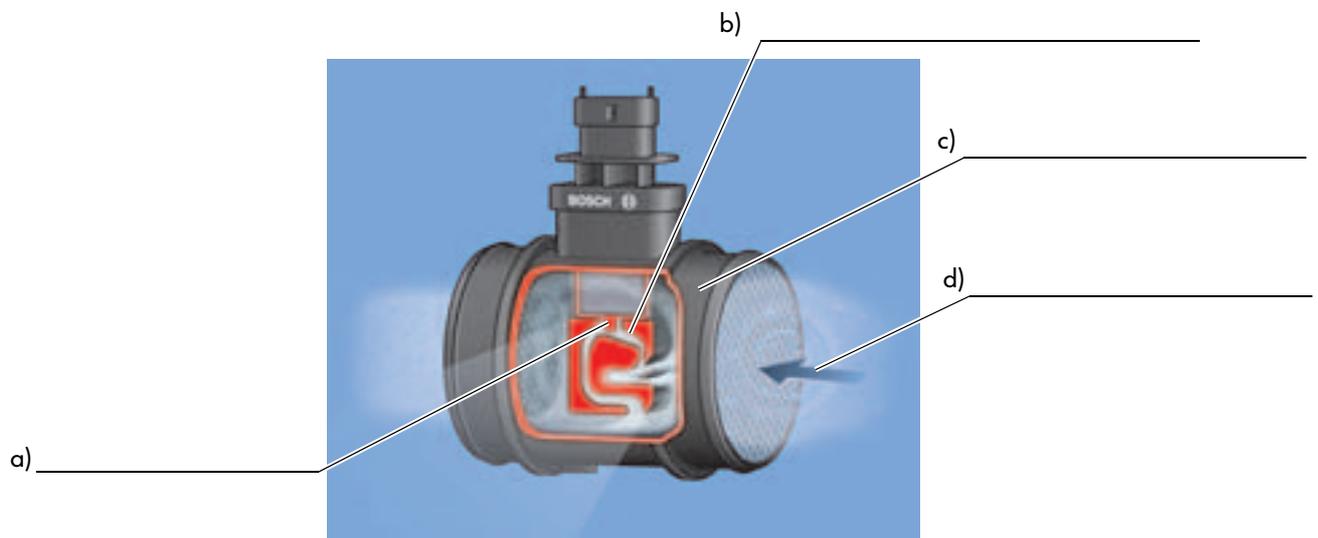
- a) Une faible densité d'air correspond à une faible masse d'air.
- b) Une densité d'air élevée correspond à une masse d'air élevée.
- c) Une faible densité d'air correspond à une masse d'air élevée.
- d) La densité de l'air et la masse d'air sont indépendantes l'une de l'autre.

2. Parmi les affirmations suivantes, laquelle est correcte ?

Pour la combustion optimale de 1 kg carburant, un moteur à combustion interne nécessite :

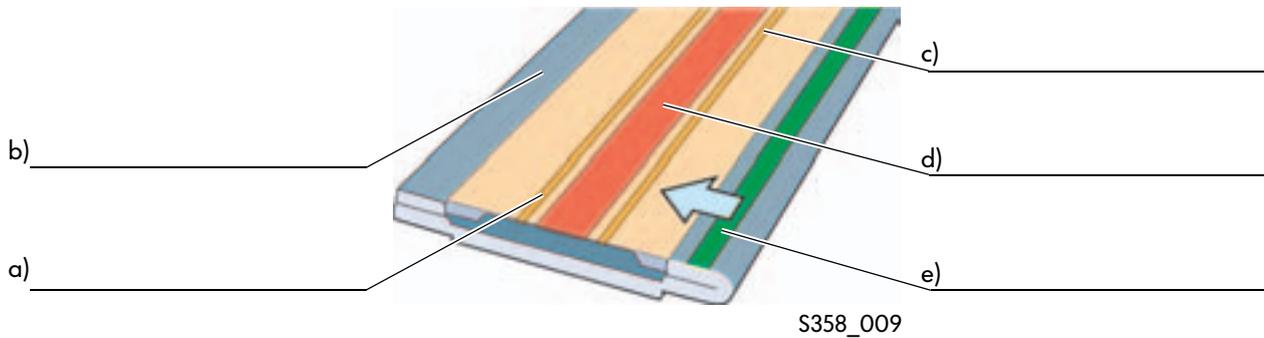
- a) 1 kg d'air
- b) 7,4 kg d'air
- c) 14,7 kg d'air
- d) 17,4 kg d'air

3. Donnez la désignation des composants repérés.



S358_006

4. **Donnez la désignation des composants repérés.**



5. **Grâce à quels composants le débitmètre d'air massique détecte-t-il un retour de flux?**

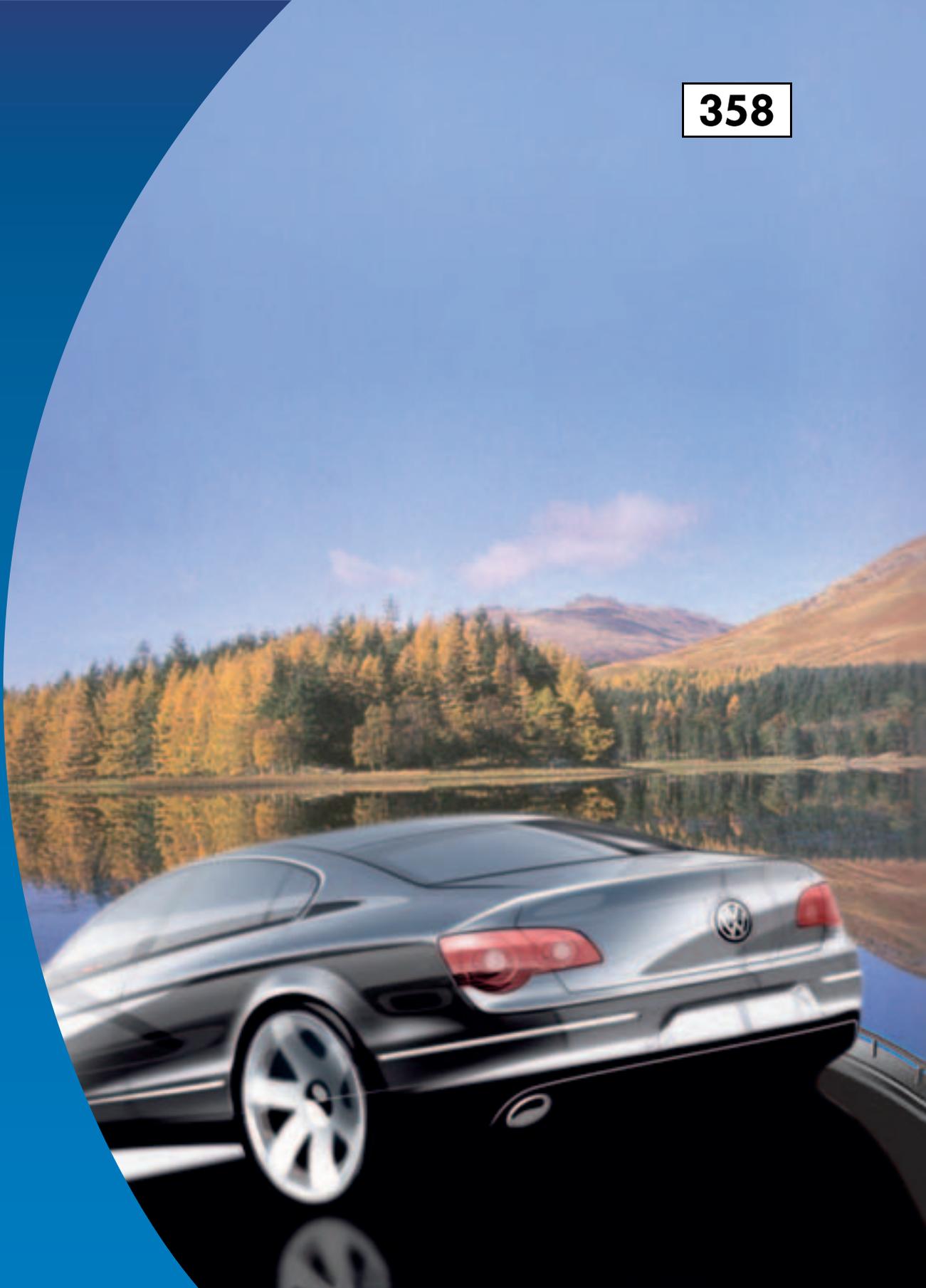
- a) grâce à la résistance variable en fonction de la température R2
- b) grâce à la résistance chauffante
- c) grâce au capteur de température de l'air d'admission G42
- d) grâce à la résistance variable en fonction de la température R1

Glossaire

Explication des symboles chimiques

- CO Monoxyde de carbone
- HC Hydrocarbures
- NOx Oxydes d'azote
- PM Particules

Solutions :
1 a, b ; 2 c ; 3 a : élément capteur, b : flux d'air partiel c : tube de mesure d : air aspiré ;
4 a : résistance variable en fonction de la température R2, b : élément capteur, c : résistance variable en fonction de la
température R1, d : résistance chauffante, e : capteur de température de l'air d'admission ; 5 a, d



© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Tous droits et modifications techniques réservés.
000.2811.72.40 Définition technique 02.2007

Volkswagen AG
Service Training VSQ-1
Brieffach 1995
38436 Wolfsburg

 Ce papier a été fabriqué à partir d'un pâte blanchie sans chlore.