

# Audi

## Moteur 2.0 TFSI flexible fuel

Avec le moteur 2.0 TFSI flexible fuel, Audi apporte une nouvelle contribution à la protection de l'environnement et propose en Europe, depuis l'automne 2009, l'Audi A4 équipée de ce moteur à carburation flexible, autorisant un fonctionnement à l'éthanol. Le bioéthanol est, de nos jours, obtenu par fermentation alcoolique de plantes énergétiques telles que le blé, le maïs et la betterave à sucre. En raison de son pourcentage renouvelable élevé, il présente, pour le véhicule global, une réduction de jusqu'à 75 % de son bilan de CO<sub>2</sub> par rapport au carburant classique à base de pétrole.

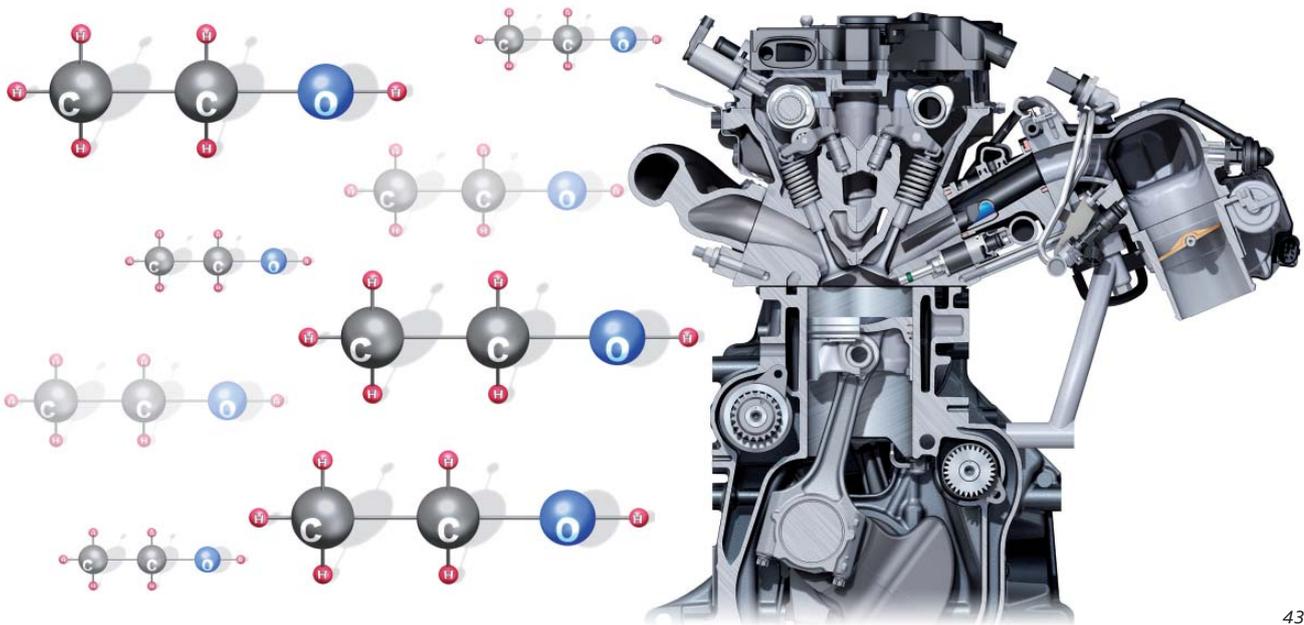
L'un des avantages du concept Audi est que le moteur peut traiter, jusqu'à une proportion maximale d'éthanol de 85 %, n'importe quelle concentration de bioalcool dans l'essence, sans que l'on remarque de différence sensible dans le comportement routier ou la puissance du véhicule.

#### Objectifs politiques des États communautaires pour la commercialisation du bioéthanol :

- ▶ Considérable réduction des émissions de gaz à effet de serre.
- ▶ Réduction de la dépendance de l'importation de vecteurs énergétiques fossiles.
- ▶ Au niveau de la politique agricole, le bioéthanol doit créer des alternatives de revenus et des possibilités d'évolution pour l'agriculture.
- ▶ Au niveau de la politique commerciale, la production intensifiée de biocarburants se propose de réduire la surproduction agricole et avec elle les subventions.

#### Objectifs de développement du moteur 2.0 TFSI flexible fuel :

- ▶ Utilisation d'un groupe motopropulseur de base existant ; le moteur 2.0 TFSI flexible fuel, conçu pour fonctionner à l'éthanol, se base sur le moteur TFSI de 2,0l déjà commercialisé, doté des technologies AVS\* et start/stop.
- ▶ Le client ne ressentira d'emblée aucun inconvénient en termes de confort routier et de plaisir de conduite.
- ▶ Sans avoir à préchauffer le moteur, comme c'est le cas sur les véhicules concurrents, le moteur doit pouvoir être démarré fiablement au bioéthanol, même dans le cas de températures extérieures basses.
- ▶ Durant la marche du moteur, les avantages du bioéthanol sont exploités pour optimiser le degré de rendement du moteur à tous les points de fonctionnement.



439\_002

#### Objectifs pédagogiques du présent programme autodidactique :

Ce programme autodidactique vous initie à la technique du moteur 2.0 TFSI flexible fuel et vous renseigne sur les différences par rapport au moteur de base, le TFSI de 2,0l.

Après avoir traité ce programme autodidactique, vous saurez répondre aux questions suivantes :

- ▶ Que signifie la désignation « bioéthanol » ?
- ▶ Quelles modifications présente le moteur 2.0 TFSI flexible fuel par rapport au moteur de base ?
- ▶ Quelles sont les modifications apportées au système d'alimentation ?
- ▶ Quelles sont les particularités de la gestion du moteur ?
- ▶ De quoi faut-il tenir compte au niveau du Service ?

## Introduction

Description technique succincte	4
Caractéristiques techniques	5

## Bioéthanol

Informations de base	6
Réglementation relative au bioéthanol	7
Comparatif des propriétés des carburants	7
Pourquoi de l'E85 et pas de l'alcool pur ?	7
Processus de fabrication	9

## Modifications par rapport au moteur de base

Objectifs de conception	10
Surfaces de glissement des cylindres	11
Culasse	11
Équipage mobile	12
Bielle	12

## Système d'alimentation

Introduction	13
Transmetteur de qualité du carburant G446	16

## Gestion du moteur

Synoptique du système Bosch MED 17.1	20
Départ à froid	22
Départ à froid avec éthanol	23
Pénétration et extraction de carburant dans l'huile moteur	26

## Service

Opérations d'entretien	28
Entraînement des organes de commande et auxiliaires	28

## Annexe

Glossaire	29
-----------	----

## Contrôle des connaissances

Récapitulatif	31
Programmes autodidactiques (SSP)	31

---

► Le programme autodidactique donne des notions de base sur la conception et le fonctionnement de nouveaux modèles automobiles, de nouveaux composants des véhicules ou de nouvelles techniques. **Le programme autodidactique n'est pas un manuel de réparation ! Les valeurs indiquées le sont uniquement à titre indicatif et se réfèrent à la version logicielle valable lors de la rédaction du programme autodidactique.** Pour les opérations de maintenance ou de réparation, prière d'utiliser impérativement la documentation technique d'actualité. Vous trouverez dans le glossaire, à la fin du présent programme autodidactique, une explication relative à tous les termes en italique et repérés par un astérisque.



**Nota**



**Renvoi**

# Introduction

## Description technique succincte

- ▶ Moteur essence quatre cylindres à quatre soupapes par cylindre et suralimentation par turbocompresseur
- ▶ Moteur de base : bloc-cylindres en fonte grise ; arbres d'équilibrage dans le carter moteur ; vilebrequin en acier ; pompe à huile à régulation dans le carter d'huile, avec entraînement par chaîne par le vilebrequin ; distribution par chaîne implantée à l'avant du moteur ; équilibrage des masses avec entraînement par chaîne à l'avant du moteur
- ▶ Culasse : culasse à quatre soupapes avec variateur de calage d'arbre à cames côté admission et AVS\* côté échappement
- ▶ Tubulure d'admission avec volets de tubulure d'admission (volet de turbulence = volet "tumble")
- ▶ Alimentation en carburant : régulation asservie aux besoins côté basse pression et haute pression, injecteurs haute pression multitrous ; injecteur de départ à froid supplémentaire pour fonctionnement à l'éthanol
- ▶ Gestion du moteur : calculateur du moteur MED 17.1
- ▶ Débitmètre d'air massique à film chaud (numérique) avec sonde de température intégrée ; papillon à capteur sans contact
- ▶ Allumage à commande cartographique avec régulation sélective du cliquetis numérique ; bobines d'allumage à une sortie
- ▶ Suralimentation par turbocompresseur : turbocompresseur en technique intégrale ; radiateur d'air de suralimentation ; régulation de la pression de suralimentation pressurisée ; valve électrique de dérivation d'air en décélération
- ▶ Système d'échappement : système d'échappement à flux unique avec pré catalyseur implanté à proximité du moteur
- ▶ Mode de combustion : injection directe homogène, injection multipoint lors du départ à froid



439\_003



### Renvoi

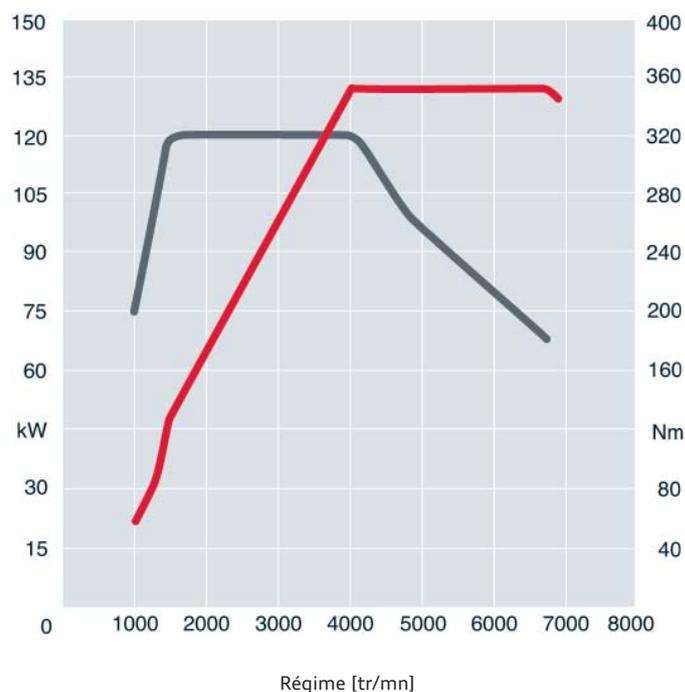
Vous trouverez de plus amples informations sur le moteur de base, le moteur TFSI de 2,0l, dans les programmes autodidactiques 436 « Modifications apportées au moteur TFSI 4 cylindres à commande par chaîne » et 384 « Moteur Audi TFSI de 1,8l à 4 soupapes par cylindre, à commande par chaîne ».

## Caractéristiques techniques

### Courbe de couple et de puissance

— Puissance en kW

— Couple en Nm



439\_004

Lettres-repères moteur	CFKA
Type de moteur	Moteur 4 cylindres en ligne
Cylindrée en cm <sup>3</sup>	1984
Course en mm	92,8
Alésage en mm	82,5
Entraxe des cylindres en mm	88
Nombre de soupapes par cylindre	4
Ordre d'allumage	1-3-4-2
Compression	9,6:1
Puissance en kW à tr/min	132/4000 - 6000
Couple en Nm à tr/min	320/1500 - 3900
Carburant	Essence RON 95 <sup>1)</sup> , jusqu'à 85 % d'éthanol (E85) miscible dans n'importe quelle proportion
Gestion du moteur	Bosch MED 17.1
Émissions de CO <sub>2</sub> en g/km	149 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Essence sans plomb RON 91 également autorisée, mais s'accompagnant toutefois d'une perte de puissance.

<sup>2)</sup> La valeur se réfère à l'Audi A4 à traction avant avec boîte mécanique à 6 vitesses roulant au supercarburant RON 95 ; plus la teneur en éthanol augmente, plus les émissions de CO<sub>2</sub> diminuent.

# Bioéthanol

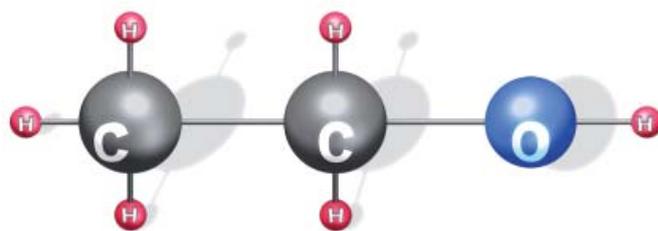
## Informations de base

L'éthanol est un composé organique d'hydrocarbure, qui est constitué, comme l'essence classique, de molécules de carbone d'hydrogène. L'éthanol se compose de deux atomes de carbone (en noir sur le graphique), auxquels sont liés des atomes d'hydrogène (en rouge) et d'un groupe hydroxyle, c'est-à-dire d'un atome d'oxygène (en bleu) avec un atome d'hydrogène (rouge).

On appelle « bioéthanol » de l'éthanol exclusivement obtenu à partir de biomasse (vecteur carbone renouvelable) ou à partir de la fraction biodégradable des déchets, destiné à être utilisé comme biocarburant. La notion de *bioéthanol* est une contraction des termes *biogénique* et *éthanol*. Lorsque l'éthanol est produit à partir de déchets végétaux (bois, paille ou plantes entières), on parle également d'éthanol cellulosique.

L'éthanol peut être utilisé comme additif au carburant dans les dérivés d'huiles minérales destinées aux moteurs à essence, en tant qu'éthanol pur (« E100 ») ou en combinaison avec d'autres alcools (tels que le méthanol) comme biocarburant.

Les mélanges usuels portent les désignations E2, E5, E10, E15, E25, E50, E85 et E100. Le chiffre suivant le « E » indique le pourcentage volumique d'éthanol adjoint à l'essence. L'E85 se compose de 85 % de bioéthanol exempt d'eau et de 15 % d'essence ordinaire. En raison du pouvoir antidétonant plus élevé, le rendement peut, avec l'E85, être considérablement augmenté par rapport à l'essence classique.



Molécule d'hydrocarbure

Groupe hydroxyle

439\_005

### Information succincte sur le bioéthanol

<b>Formule chimique</b>	$C_2H_5OH$
<b>Autres désignations</b>	éthanol, alcool éthylique, alcool, alcool agricole, alcool à brûler, esprit de grain, esprit de vin, E100
<b>Description succincte</b>	Carburant pour moteurs à essence adaptés
<b>Origine</b>	biosynthétique (bioéthanol) ou biogénique (alcool agricole, etc.)
<b>Composants caractéristiques</b>	Éthanol (à teneur en eau)
<b>État de la matière</b>	liquide
<b>Indice d'octane</b>	RON 104
<b>Autres propriétés</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ L'éthanol réagit en présence de caoutchouc naturel ainsi que de plastiques (par ex. PVC) ou les dissout.</li><li>▶ Des composants en aluminium non revêtus peuvent être attaqués par l'éthanol</li></ul>

## Réglementation relative au bioéthanol

La norme européenne DIN EN 228 autorise le mélange de jusqu'à 5 % d'éthanol à l'essence ordinaire (E5).

Les carburants additionnés de plus de 5 % de bioéthanol doivent, en Europe, être identifiés comme tels.

À quelques rares exceptions près, tous les moteurs à essence modernes d'Audi peuvent de nos jours fonctionner avec des carburants E10.

Les véhicules équipés de moteurs atmosphériques FSI\* de la première génération ne sont pas conçus pour rouler au carburant E10 :

- ▶ A2 1,6l FSI, jusqu'au millésime 2006
- ▶ A3 1,6l FSI, jusqu'au millésime 2004
- ▶ A3 2,0l FSI, jusqu'au millésime 2004
- ▶ A4 2,0l FSI, jusqu'au millésime 2004

## Pourquoi de l'E85 et pas de l'alcool pur ?

En raison du point d'ébullition fixe de l'éthanol (78 °C), il n'est pas possible de générer un mélange inflammable dans le moteur refroidi. C'est pourquoi l'on adjoint 15 % de carburant à l'éthanol. E = éthanol, 85 = 85 % d'éthanol et 15 % d'essence.

Rien ne s'oppose à l'utilisation d'éthanol pur sur les véhicules qui ne refroidissent pas complètement ou qui sont dotés d'un chauffage du moteur.

Les avantages du bioéthanol en tant que carburant sont les suivants :

- ▶ Indice d'octane élevé (110 *octane*\*)
- ▶ Sans soufre
- ▶ Sans aromates
- ▶ Teneur en oxygène élevée



### Nota

Les Audi A4 équipées d'un chauffage stationnaire (8E9 avec moteur à essence des millésimes 2000 à 2008 doivent, pour le fonctionnement du chauffage stationnaire), être ravitaillées en supercarburant. Aucun rééquipement n'est possible !

## Comparatif des propriétés des carburants

	Supercarburant conforme à DIN EN 228	E85 (meilleur que DIN 51625-10.2007)
Densité à 15 °C en kg/m <sup>3</sup>	720 – 775	780 – 788
Pouvoir calorifique en MJ/litre	31,0	22,7
RON	95 minimum	103 minimum (selon les exigences pour carburant d'été/d'hiver)
MON	85 minimum	90 minimum (selon les exigences pour carburant d'été/d'hiver)
Enthalpie de vaporisation* en kJ/kg	440	840
Alcools plus élevés dans la série C3 – C5 en % vol.	aucune indication	1,8
Eau en % vol.	aucune indication	0,3
Acide sous forme d'AcOH en mg/litre	aucune indication	40
Teneur en oxygène en % vol.	max. 2,7	max. 32 (pour E90)
Teneur en soufre en ppm	max. 50	max. 8

## Fabrication

On fait généralement une différence entre les biocarburants de la première et de la deuxième génération. Les biocarburants de la première génération sont produits à partir de plantes soit « oléagineuses » soit « sucrières », en concurrence avec les denrées alimentaires. Les plantes oléagineuses sont transformées en gazoles par pressage et estérification, les plantes sucrières sont transformées en alcool éthylique par fermentation.

Les biocarburants de la deuxième génération utilisent comme matières premières des déchets organiques tels que la paille, les résidus de bois, les déchets de l'industrie agricole, le vieux bois, la sciure et le bois forestier de qualité inférieure.

S'y ajoutent des plantes à croissance rapide et des types de bois cultivés dans les champs précédemment en jachère. Les biocarburants de la deuxième génération sont des carburants pouvant globalement améliorer le bilan de CO<sub>2</sub>.

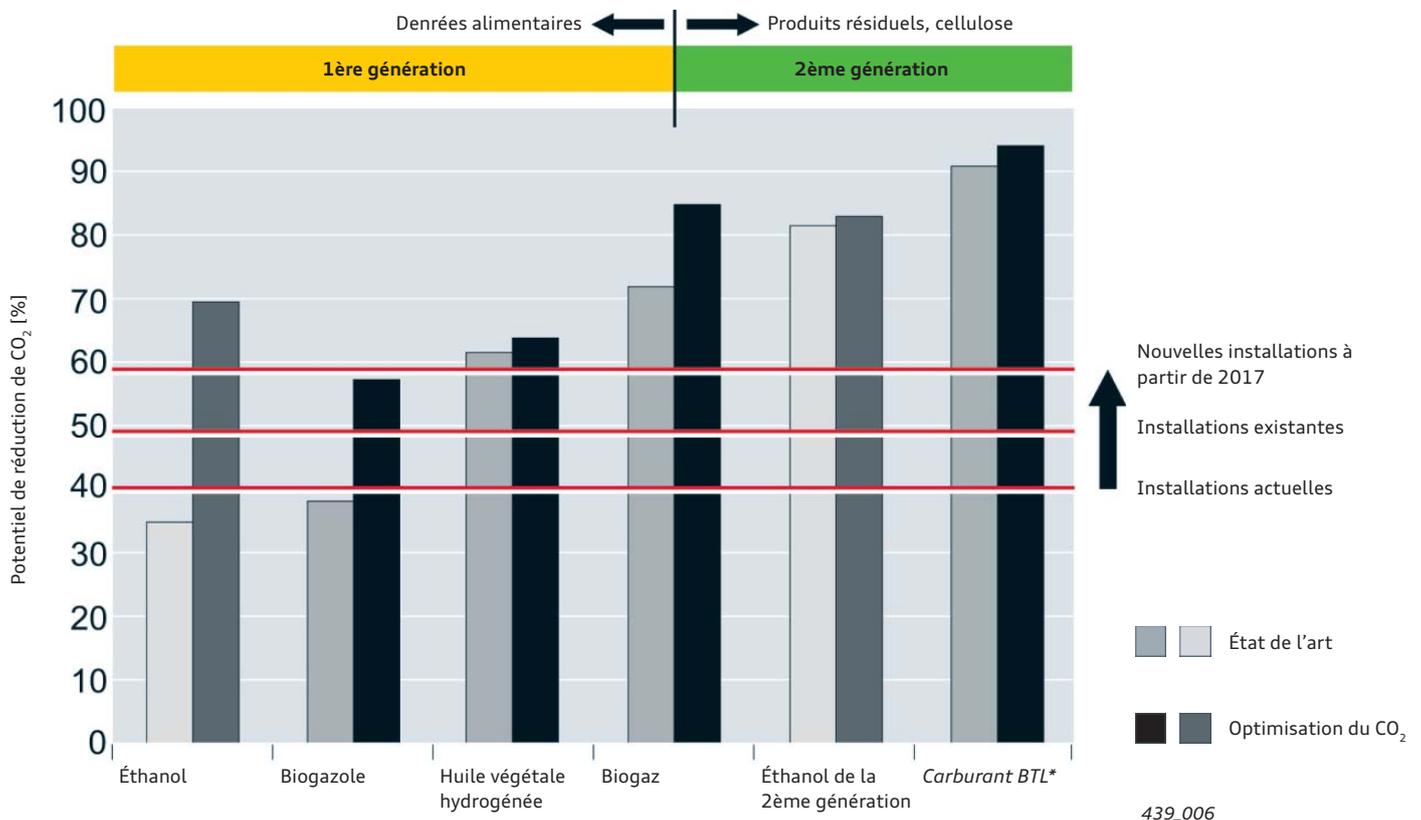
Ce n'est pas le cas pour les biocarburants de la première génération car de trop importantes quantités de carburants fossiles sont nécessaires à leur fabrication.

Pour pouvoir à l'avenir produire plus rentablement du bioéthanol en grandes quantités sans générer ce faisant de grandes quantités de CO<sub>2</sub>, de nouveaux procédés de production vont, selon le décret du parlement européen, être mis en œuvre à l'avenir (2ème génération).

À compter de 2017, les nouvelles installations de production devront justifier d'un potentiel de réduction de 60 % minimum. Les installations existantes devront apporter la preuve d'une réduction de 50 %.

L'éthanol peut déjà satisfaire à ces critères dans le cas du procédé de production de la première génération. Cet objectif peut par exemple être atteint par une exploitation plus efficace de la betterave sucrière, au rendement énergétique élevé (voir graphique).

**Conclusion :** Même l'éthanol de la première génération a le potentiel requis pour une importante réduction du CO<sub>2</sub>.



## Réduction du CO<sub>2</sub>

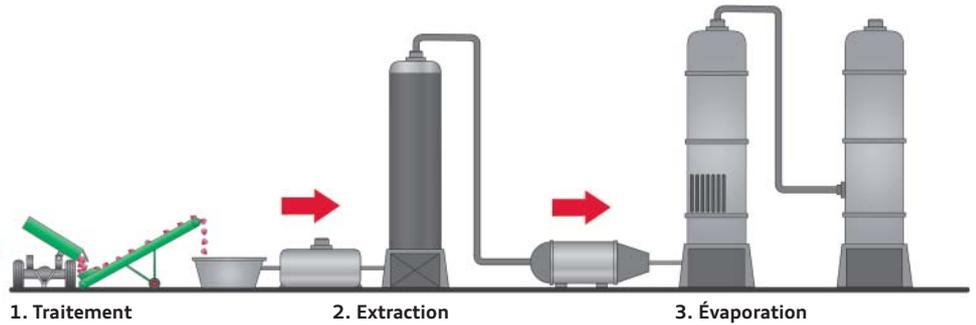
Jusqu'à présent, les réductions ont essentiellement été obtenues par des améliorations sur les véhicules et les moteurs. Le bioéthanol est, de nos jours, obtenu par fermentation alcoolique de plantes énergétiques telles que le blé, le maïs et la betterave à sucre. En raison de son pourcentage renouvelable élevé, il présente, pour le véhicule global, une réduction de jusqu'à 75 % de son bilan de CO<sub>2</sub> par rapport au carburant classique à base de pétrole.

L'utilisation de carburants renouvelables peut, si l'on considère le processus global, permettre des économies supplémentaires significatives. Les plantes transforment durant leur croissance le CO<sub>2</sub> de l'air en biomasse. Cette énergie renouvelable obtenue peut être soustraite lors du calcul des émissions des voitures.

# Processus de fabrication

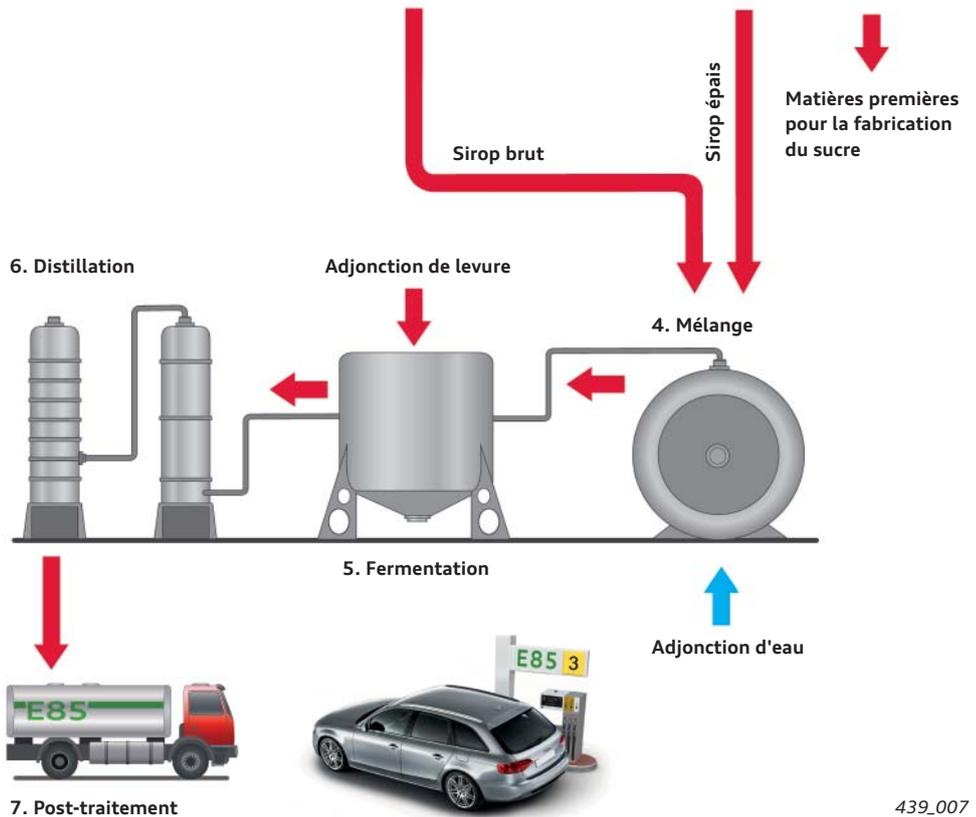
(en prenant pour exemple la matière première « betteraves sucrières - 1ère génération »)

Culture de matières premières



Matières premières pour la fabrication du bioéthanol

- ▶ Céréales  
1 hectare -> 9 tonnes de céréales  
-> 3200 litres d'éthanol
- ▶ Betteraves sucrières  
1 hectare -> 65 tonnes de betteraves présentant une teneur en sucre de 18 % -> 7500 litres d'éthanol



439\_007

## 1. Traitement

Les betteraves sucrières livrées sont d'abord lavées, puis coupées en morceaux.

## 2. Extraction

Le produit de l'extraction est le « sirop brut ». Il sert entre autres de base au processus de fermentation.

## 3. Évaporation

Après épuration du sirop, on obtient, à la suite d'un processus d'évaporation, le « sirop épais ». Il peut également servir de produit de départ pour la fermentation alcoolique. Dans une sucrerie, on arrive à ce stade à la cristallisation, au cours de laquelle on obtient les matières brutes pour la fabrication du sucre.

## 4. Mélange

Durant l'étape précédant la fermentation alcoolique, le sirop brut ou le sirop épais sont mélangés avec de l'eau.

## 5. Fermentation

L'adjonction de levure provoque la fermentation alcoolique du sucre contenu dans les betteraves sucrières et l'on obtient de l'alcool.

## 6. Distillation

L'alcool est séparé du liquide résiduel. Après une rectification finale et une déshydratation, la teneur en alcool atteint pratiquement 100 %.

## 7. Post-traitement

Par adjonction d'essence normale, il est possible de fabriquer différents carburants destinés aux moteurs à essence, tels que l'E5 ou bien l'E85.

# Modifications par rapport au moteur de base

## Objectifs de conception

### 1. Comportement routier identique pour toutes les concentrations d'éthanol

L'avantage du concept d'Audi est que le moteur 2.0l TFSI flexible fuel autorise n'importe quelle concentration d'éthanol dans l'essence. Bien que, techniquement parlant, le moteur soit prévu pour fonctionner à l'E85, le client n'est pas obligé de se ravitailler avec ce mélange, mais peut également rouler à l'essence normale ou avec d'autres proportions de mélange, sans que cela ne se traduise par une différence sensible dans le comportement routier ou au niveau des performances.

### 2. Exploitation des propriétés du carburant

Certains concurrents augmentent la puissance moteur en raison de l'indice d'octane élevé du bioéthanol. Cela est possible, car la courbe de pression des cylindres est plus élevée que celle du moteur de base. Audi optimise le rendement du moteur 2.0l TFSI flexible fuel ; sa puissance reste donc identique à celle du moteur de base (132 kW).

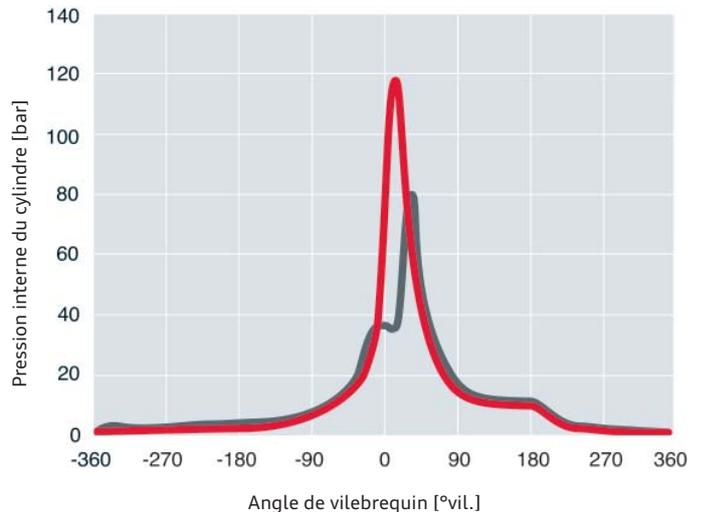
Cela signifie également qu'à partir d'une concentration d'éthanol de l'ordre de 60 %, le fonctionnement est exempt de cliquetis. L'avantage de cette stratégie est de pouvoir nettement réduire la consommation volumétrique supplémentaire, d'env. 40 %, due à la teneur énergétique plus faible de l'éthanol, et de limiter les pertes au niveau de l'autonomie.

### 3. Démarrage à froid autonome\*

La faible *pression de vapeur\** de l'éthanol rend difficile la vaporisation du carburant à basses températures, ce qui exerce une influence négative sur le conditionnement du mélange. La conséquence en est qu'il n'est pas possible de générer de mélange inflammable garantissant une inflammation.

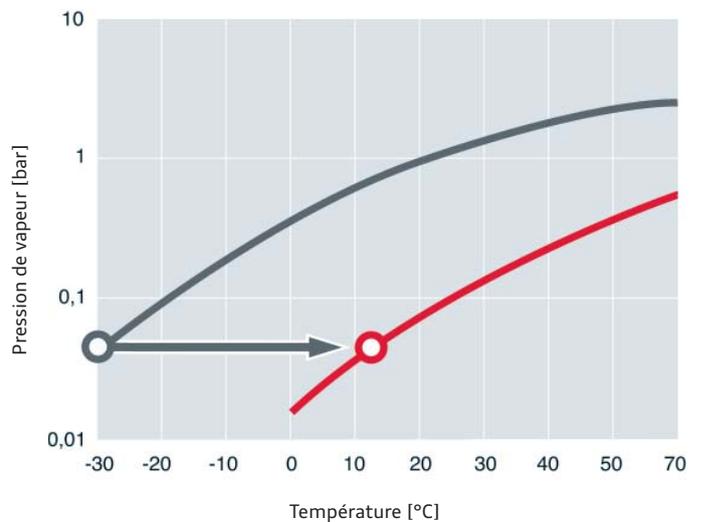
Afin de pallier ces influences négatives sur le démarrage du moteur à des températures inférieures au point de congélation, il était autrefois fait appel, dans les pays scandinaves notamment, à des « *block heater* »\* (ou réchauffeurs du bloc moteur). Le véhicule est alors relié pendant plusieurs heures à une prise de courant, le bloc-moteur est réchauffé et un démarrage sûr est garanti.

Audi s'est fixé pour objectif de se passer de cette solution inconfortable pour le client et de garantir le démarrage sûr des véhicules roulant à l'éthanol même à basses températures.



439\_008

— Éthanol  
— Supercarburant



439\_009

— Éthanol  
— Supercarburant

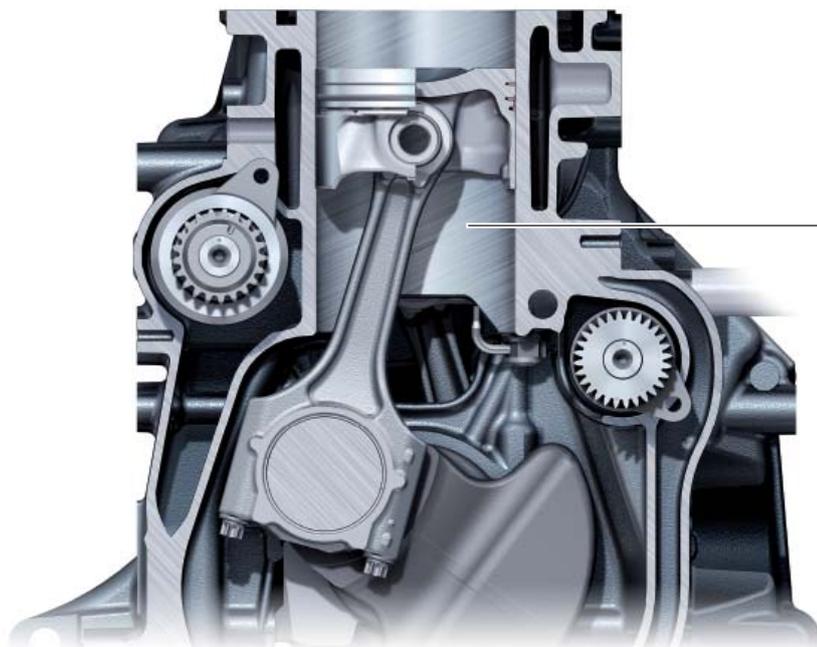
## Surfaces de glissement des cylindres

Pour la première fois sur un moteur à essence quatre cylindres, un traitement de surface spécial des surfaces de glissement des cylindres est mis en œuvre. Par fusion laser, on obtient une couche périphérique présentant une très bonne résistance à l'usure.

Sur les surfaces de glissement des cylindres en fonte grise à lamelles de graphite, le honage provoque un « écrasement » des lamelles de graphite. Cela réduit à néant un avantage essentiel de la fonte grise, car les lamelles de graphite « écrasées » ne peuvent plus servir qu'avec d'importantes restrictions au stockage de l'huile. Dans le cas du procédé utilisé, les lamelles de graphite sont à nouveau dégagées. Cela est réalisé par vaporisation de la couche supérieure à l'aide d'un laser.

Outre le dégagement des lamelles de graphite, le procédé présente l'avantage de la formation d'une couche nanocristalline à haute teneur en azote, qui confère à la surface de glissement des propriétés céramiques. Le procédé présente, par rapport à l'usinage classique par honage, des avantages au niveau usure de l'ordre de 90 % et une réduction de la consommation d'huile pouvant atteindre 75 %.

Grâce à un perfectionnement du honage au laser, un laser monté sur la tête de l'outil de honage crée par combustion de minuscules poches, à intervalle régulier, dans la surface du cylindre en fonte grise, par ex. en FGV (*fonte au graphite vermiculaire\**), sur laquelle se déplacent les pistons et segments de piston. Ces poches se remplissent d'huile et améliorent ainsi l'alimentation en huile de la surface de glissement du cylindre. La consommation d'huile et de carburant, ainsi que les émissions, diminuent.



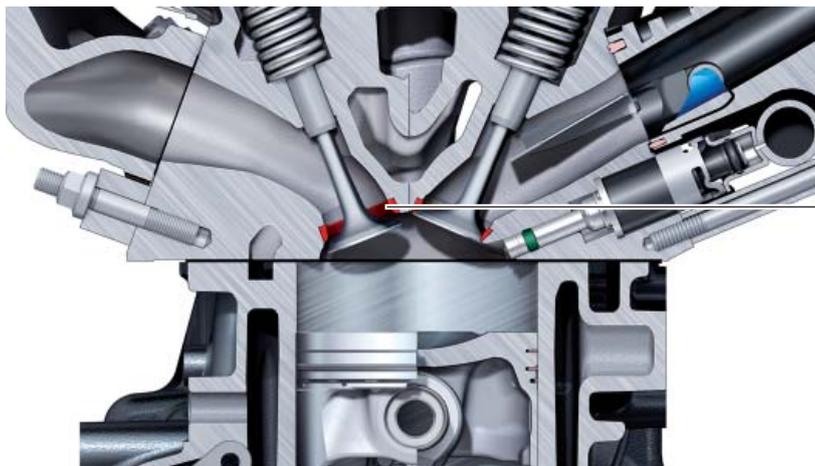
Procédé de honage perfectionné pour les surfaces de glissement des cylindres

439\_010

## Culasse

L'une des principales propriétés chimiques de l'E85 est son comportement fortement corrosif (avec l'aluminium ou le cuivre par ex.). Le moteur de base est déjà conçu pour ce carburant, si bien qu'il n'est nécessaire de modifier ni les conduites de carburant ni les joints.

Du fait du faible pouvoir lubrifiant de l'éthanol, il a fallu opter pour un matériau plus résistant à l'usure des sièges de soupape rapportés.



Procédé de honage perfectionné pour les surfaces de glissement des cylindres

439\_011

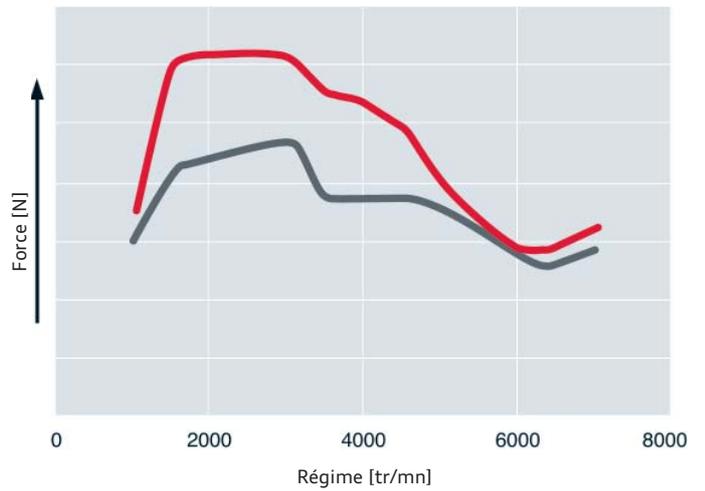
## Équipage mobile

Du fait de la nette élévation de la pression de pointe, les forces agissant sur le groupe de pistons et l'équipage mobile augmentent (voir graphique).

Les pistons, le vilebrequin et la ligne d'arbre sont déjà conçus pour le niveau d'induction de la force plus élevé.

La bielle et ses paliers ont par contre dû être renforcés. Dans le cas présent, il a été possible d'utiliser la bielle et la bague de pied de bielle du moteur TFSI à cinq cylindres en ligne de 2,5l.

Il a cependant fallu également modifier les paliers de bielle au niveau du vilebrequin, en vue d'absorber les pressions de pointe apparaissant brièvement. Pour cela, le palier, de géométrie identique, a été doté d'une couche supplémentaire en aluminium. Cette dernière a pour but d'absorber les pressions de pointe se produisant brièvement et transmettre la force au support.



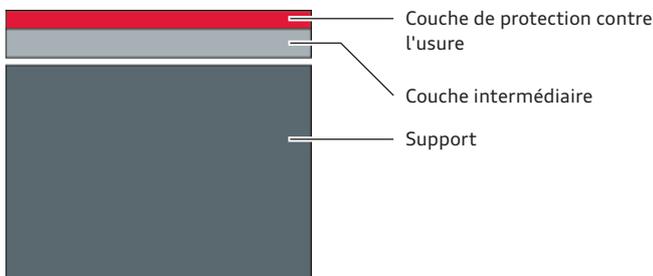
439\_012

— Éthanol  
— Supercarburant

## Bielle

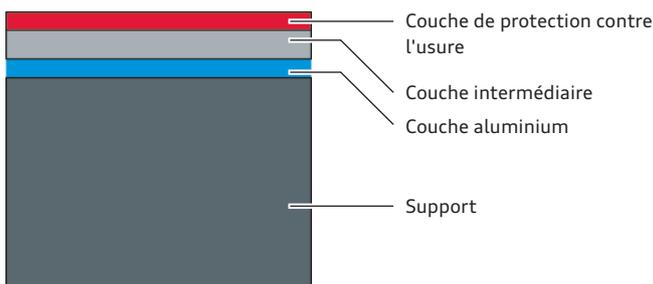
Les bielles ont également été renforcées par rapport au moteur de base, en raison des courbes de pression modifiées. En outre, la structure du matériau des bielles a été modifiée et les a rendues plus résistantes à l'usure.

### Palier de tête de bielle du moteur de base

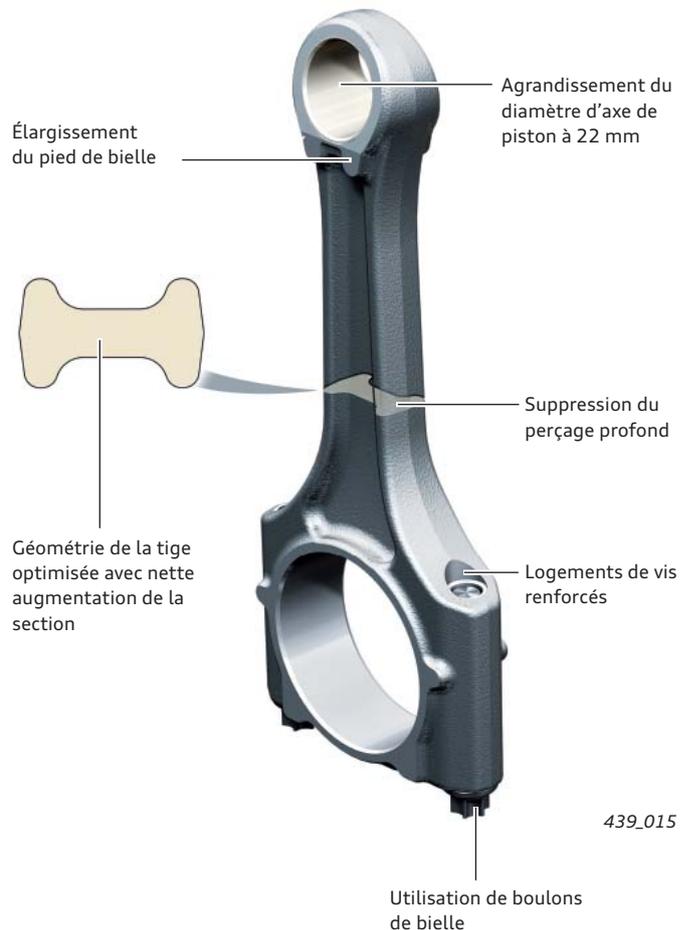


439\_013

### Palier de tête de bielle, mot. 2.0 TFSI flexible fuel



439\_014



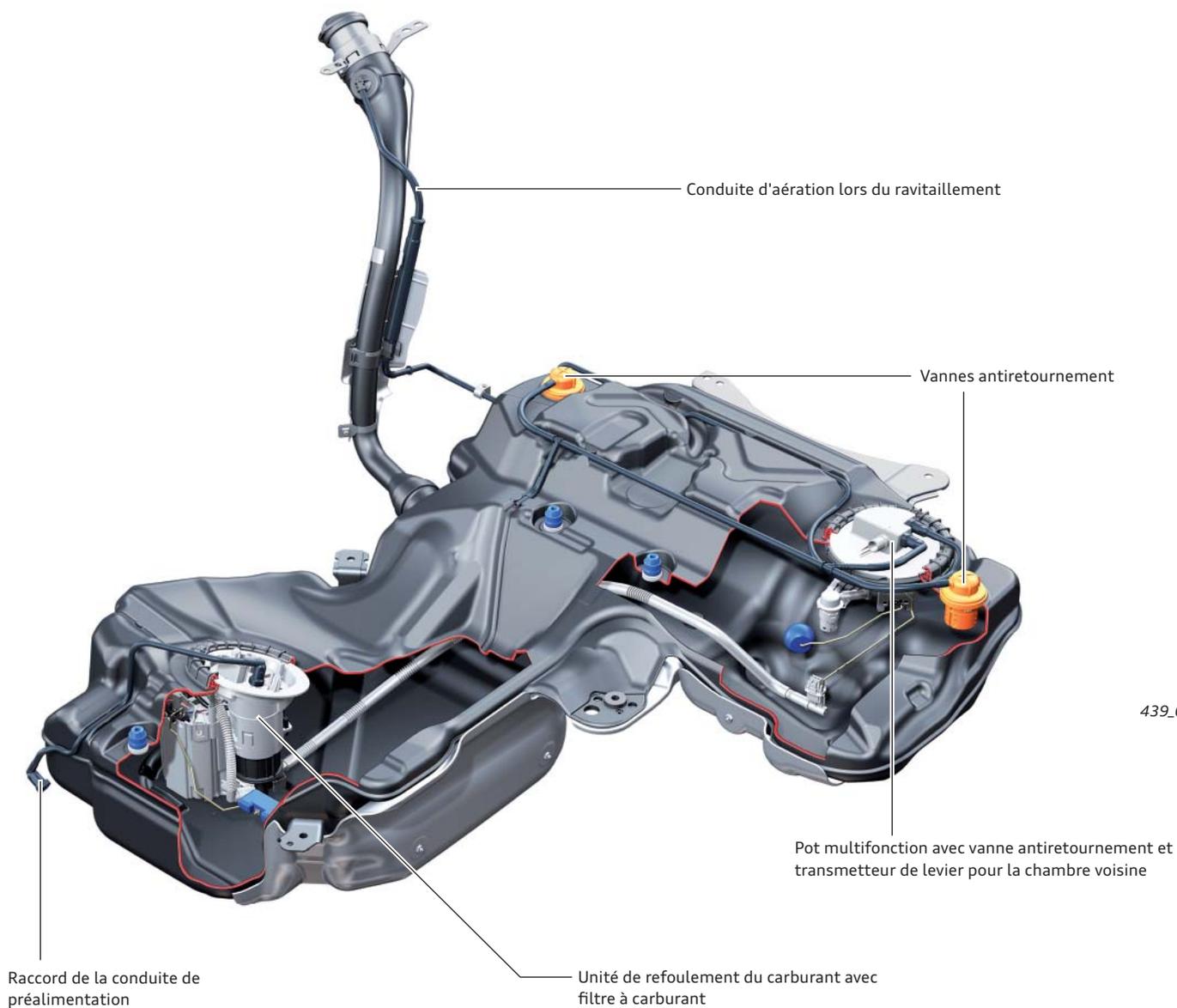
439\_015

# Système d'alimentation

## Introduction

Dans l'ensemble du système d'alimentation avec réservoir à carburant, pompe de réalimentation et conduites de carburant, il a fallu faire appel à de nouveaux matériaux qui ne sont pas attaqués par les composants fortement corrosifs du carburant. Les joints et toutes les pièces en matière plastique doivent résister à la tendance accrue au gonflement.

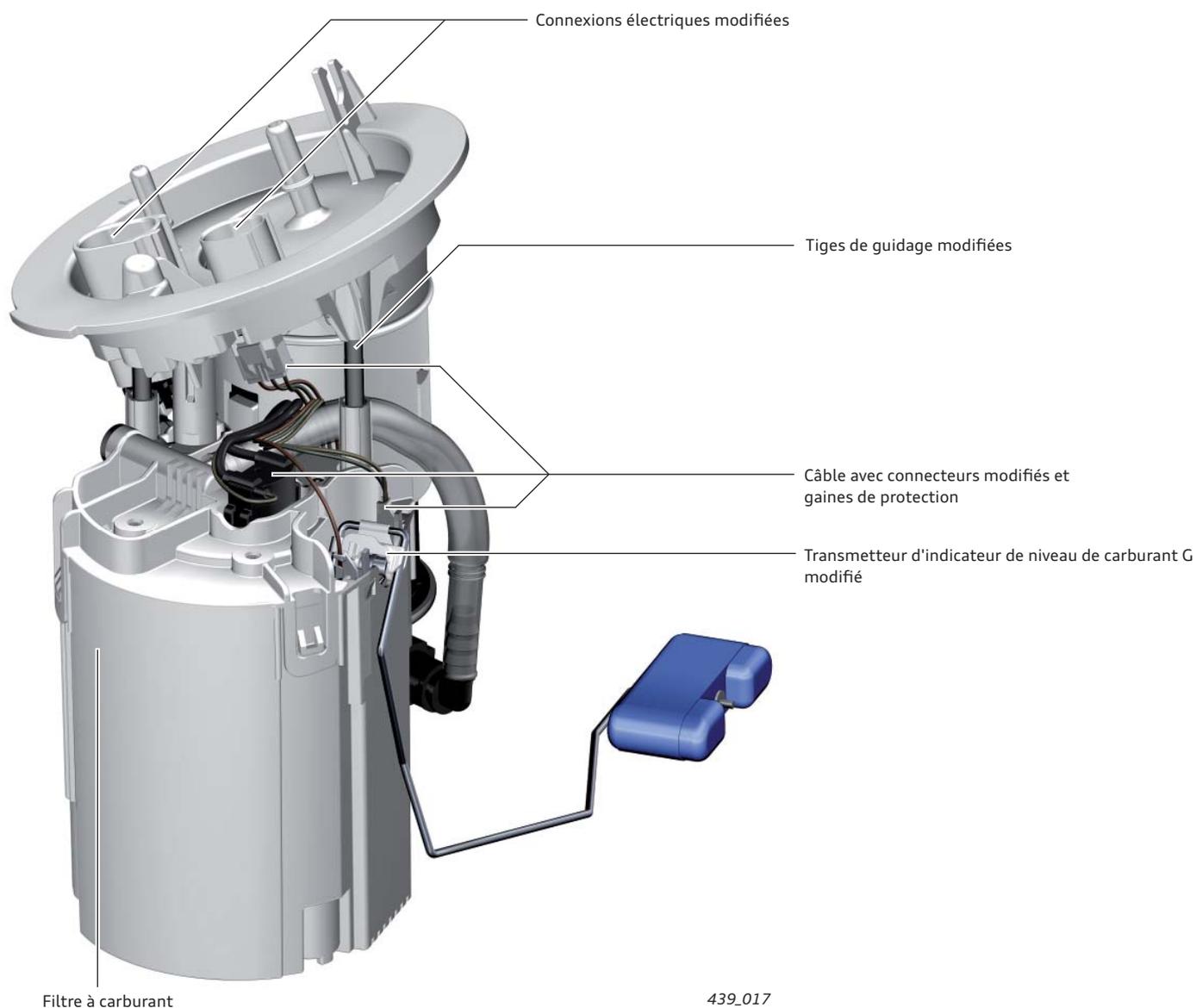
Pour pouvoir utiliser des carburants présentant des teneurs en éthanol différentes, il a également fallu mettre en œuvre un transmetteur de qualité du carburant G446. Cela permet de rouler avec des carburants contenant des proportions d'éthanol différentes.



## Unité de refoulement du carburant

Sur l'unité de refoulement de carburant, des modifications ont dû être apportées aux composants suivants pour permettre l'utilisation du carburant E85 :

- ▶ Tiges de guidage
- ▶ Isolation des câbles électriques
- ▶ Transmetteur d'indicateur de niveau de carburant G
- ▶ Flasque
- ▶ Tubes ondulés



Sur la pompe à carburant (pompe de préalimentation) G6, des modifications ont dû être apportées aux composants suivants pour permettre l'utilisation du carburant E85 :

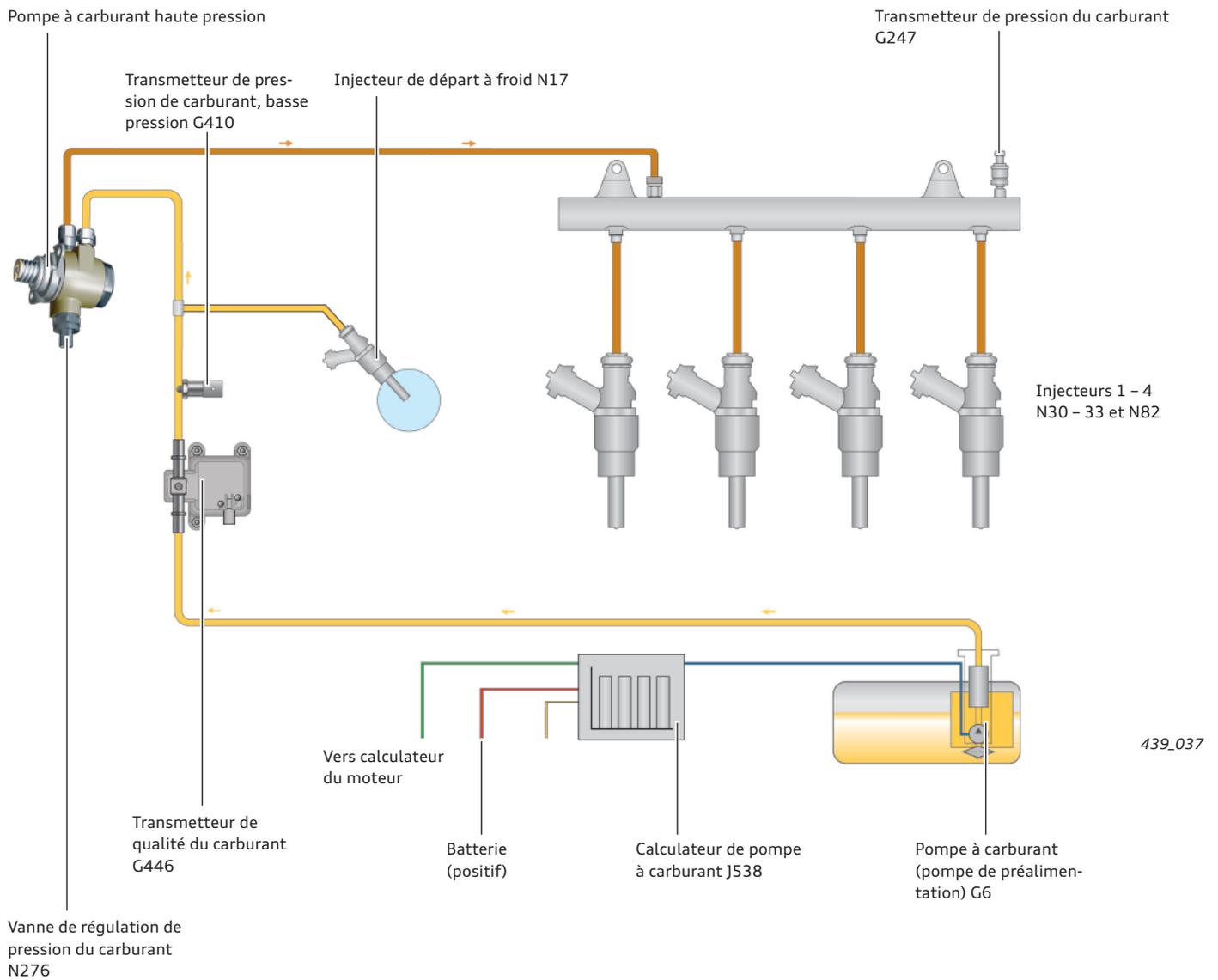
- ▶ Corps de pompe
- ▶ Étage de pompe
- ▶ Couvercle de raccordement



### Renvoi

Vous trouverez des informations de base sur le système d'alimentation dans les programmes autodidactiques 384 « Moteur Audi TFSI de 1,8l à 4 soupapes par cylindre, à commande par chaîne » et 432 « Moteur TFSI de 1,4 l Audi ».

## Vue d'ensemble du système



### Nota

Attention, risque de blessure ! Le système peut être sous une pression très élevée ! Pour l'ouverture du côté haute pression, suivre impérativement les instructions du manuel de réparation !

## Transmetteur de qualité du carburant G446

En vue de l'exploitation optimale de toute la palette de carburants, il est fait appel à un capteur permettant de détecter la concentration en éthanol.

Sa mission est :

- ▶ détection rapide et sûre de la teneur en éthanol par méthode de mesure capacitive (*constante diélectrique\** à la température ambiante, indice pour l'essence = 2,3 ; E100 = 25)

Avantages lors du calcul dans le calculateur du moteur :

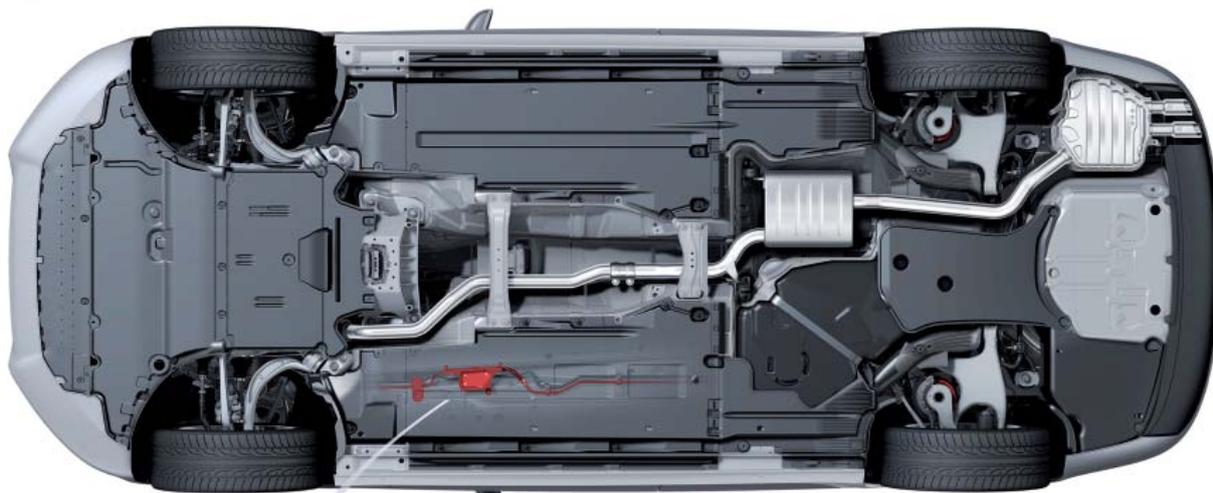
- ▶ Exploitation thermodynamique des propriétés du carburant
- ▶ Pilotage précis du mélange



439\_018

## Emplacement de montage

Le transmetteur de qualité du carburant G446 est implanté dans la zone du dessous de caisse, sous le siège de droite.



439\_019

## Fonctionnement

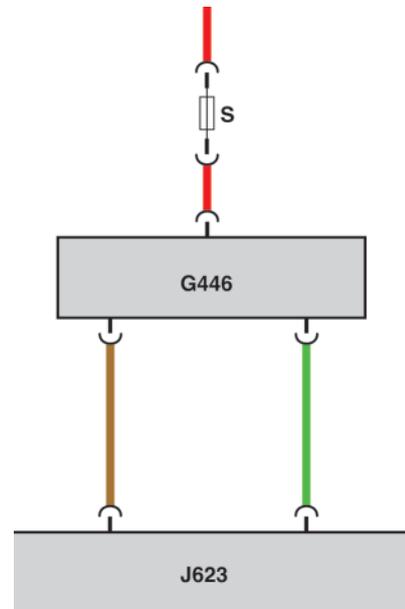
La méthode de mesure de la teneur en éthanol à l'aide d'un capteur est certes la plus onéreuse, mais aussi la plus précise.

Dans la conduite d'alimentation, en amont de l'injection, deux électrodes plongent dans le flux de carburant. Le carburant devient ainsi un élément électrique appartenant à un circuit électrique. Selon la proportion d'éthanol, la résistance et la constante diélectrique du liquide varient.

Ces grandeurs sont mesurées et la teneur en éthanol calculée est mise à la disposition du calculateur du moteur.

Le calculateur adapte en conséquence les paramètres variables, tels que durée d'injection et point d'allumage.

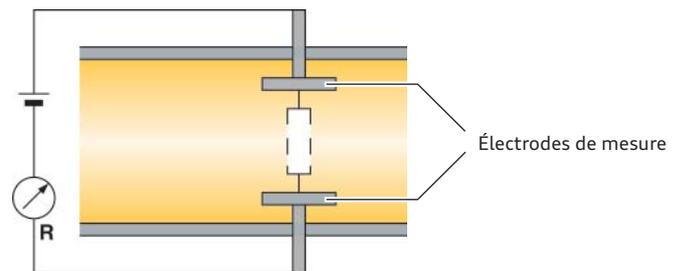
Les grandeurs électriques dépendent fortement de la température du carburant. Le capteur a donc besoin d'un enregistrement distinct de la température du carburant. La mesure peut également être faussée par une mauvaise qualité du carburant (teneur en eau, impuretés ou additifs indésirables).



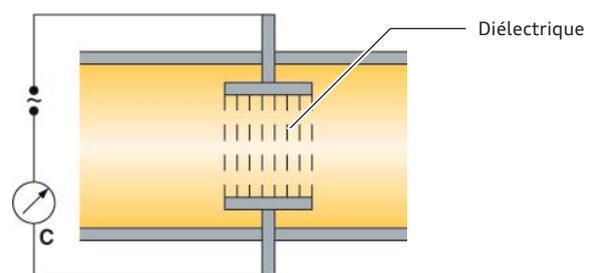
439\_020

## Principe d'action

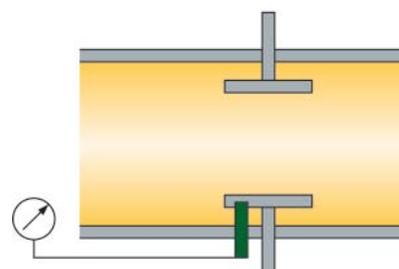
Le courant électrique traverse le carburant entre les deux électrodes de mesure. Le carburant représente une résistance pour le courant continu. La résistance (R) dépend de la teneur en éthanol.



Le carburant représente un *diélectrique\**, qui influe sur la capacité électrique du condensateur (formé par les électrodes de mesure). Avec un courant alternatif, il est possible de mesurer la capacité (C), de calculer sur cette base la constante diélectrique et d'en déduire la teneur en éthanol.



La température du carburant influe fortement sur les propriétés électriques du carburant. En vue d'une correction, il faut donc mesurer séparément la température (directement au niveau du capteur).

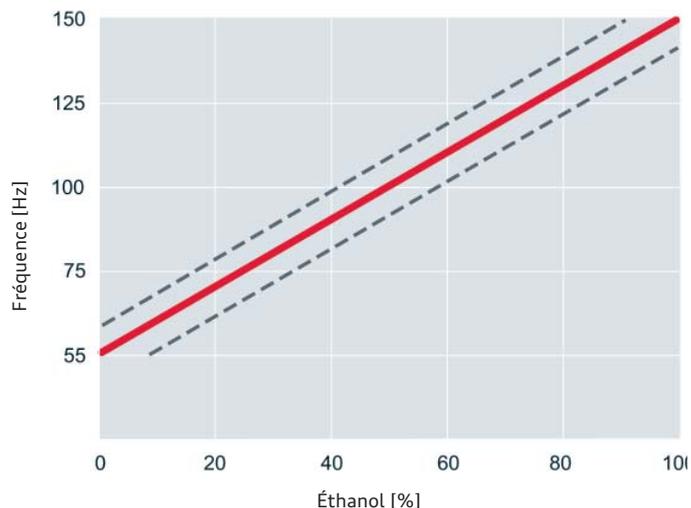


439\_021

## Signal du capteur destiné au calculateur du moteur

L'électronique du transmetteur de qualité du carburant G446 délivre un signal de sortie sous forme d'une fréquence à la borne 2. La fréquence est proportionnelle à la teneur en éthanol mesurée et à la température du carburant.

Le graphique présente la courbe fréquence/teneur en éthanol à température ambiante.



439\_022

## Représentation du signal

En mode « Assistant de dépannage », il est possible de représenter la courbe du signal du transmetteur de qualité du carburant. Le graphique 439\_023 montre la courbe de tension pour une teneur en éthanol de 2,7 %.

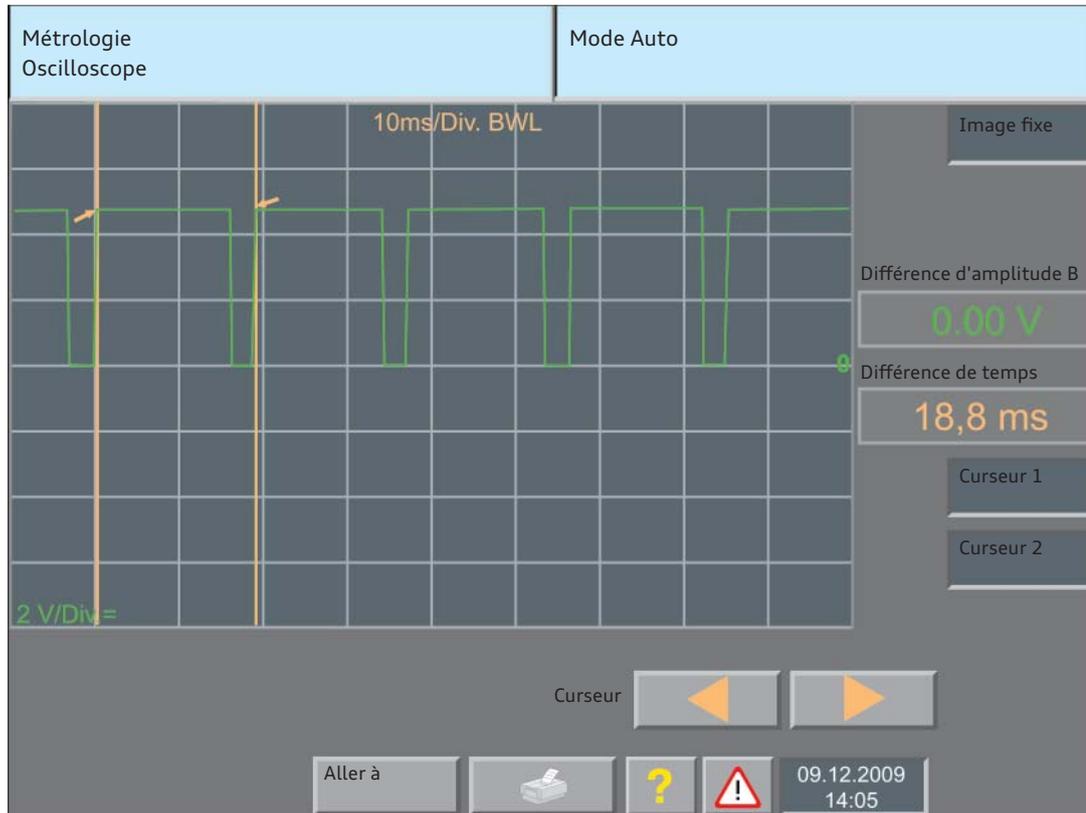
Assistant de dépannage	Audi	V16.16.00 02/11/2009
Contrôle du fonctionnement	Audi A4 2008>	
Électronique moteur - Afficher valeurs de mesure	2010 (A)	
	Avant	
	CFKA 2,0l TFSI / 132 kW	
Liste intégrale		
- Afficher valeurs de mesure : Appuyer sur la touche lecture. - Appuyez ensuite sur la touche.		
Valeur de mesure	Résultat	Valeur de consigne
Proportion d'alcool dans carburant	2.7 %	
		Lecture
Mode de fonctionnement	Aller à	07.12.2009 10:07

439\_023

## Détermination de la teneur en éthanol

Le signal rectangulaire est à modulation de fréquence. Cela signifie qu'en cas de variation de la teneur en éthanol, le temps du signal varie. Dans notre exemple, le temps est de 18,8 millisecondes.

Si l'on divise 1 par 18,8 et que l'on multiplie le résultat par 1000, on obtient la fréquence du signal, à savoir dans notre cas 53,19 Hz. Il est désormais possible de déduire la teneur en éthanol de la valeur calculée dans le tableau et donc d'estimer la plausibilité du capteur.



439\_024

## Surveillance de la détection de la qualité du carburant

- ▶ Les connexions électriques font l'objet d'un contrôle (court-circuit à la masse et batterie, perte de charge)
- ▶ Le capteur d'éthanol dispose d'une fonction d'autodiagnostic, qui détecte les défauts électriques et les affiche sous forme de messages
- ▶ Il est vérifié continuellement (durant le trajet), si le signal du capteur varie rapidement de manière non plausible, et séquentiellement si le signal du capteur est resté sur une valeur d'éthanol inchangée
- ▶ Comme sur les véhicules classiques, le conducteur est invité à se rendre à l'atelier si le système d'alimentation présente des défauts risquant de provoquer une détérioration des émissions
- ▶ Il n'y a que dans le cas de la détection d'un défaut du système d'alimentation à partir du modèle lambda que le contrôle de plausibilité du capteur d'éthanol est mémorisé dans la mémoire de défauts. Cela permet de cerner le capteur d'éthanol comme source de défaut entre les nombreuses causes possibles de défaut du système d'alimentation.

## Répercussions en cas de défaut de signal

En cas de défauts et d'écarts inacceptables, différentes stratégies sont appliquées dans le cadre des réglementations légales :

- ▶ Le mélange n'est réglé que par le modèle lambda.
- ▶ Une valeur d'éthanol moyenne est prise pour hypothèse.
- ▶ Les angles d'allumage et la protection des composants sont réglés pour un fonctionnement en toute sécurité, correspondant à l'E0 (pour empêcher le cliquetis).
- ▶ Une perte d'efficacité (perte de puissance sensible) en est alors le prix.

# Gestion du moteur

## Synoptique du système Bosch MED 17.1

### Capteurs

Débitmètre d'air massique G70  
Transmetteur de température de l'air d'admission G42

Transmetteur de température de liquide de refroidissement en sortie de radiateur G83

Transmetteur de température de liquide de refroidissement G62

Transmetteur de pression de suralimentation G31

Transmetteur de régime moteur G28

Transmetteur de Hall G40

Unité de commande de papillon J338  
Transmetteur d'angle -1- de l'entraînement de papillon (commande d'accélérateur électrique) G187  
Transmetteur d'angle -2- de l'entraînement de papillon (commande d'accélérateur électrique) G188

Transmetteur de position de l'accélérateur G79  
Transmetteur 2 de position de l'accélérateur G185  
Transmetteur de position de l'embrayage G476  
Contacteur de pédale d'embrayage pour démarrage du moteur F194

Transmetteur de pression du carburant G247

Contacteur de pédale d'embrayage F36

Potentiomètre de volet de tubulure d'admission G336

Contacteur de pression d'huile F22

Transmetteur de niveau et de température d'huile G266

Détecteur de cliquetis 1 G61

Sonde lambda en amont du catalyseur G39  
Sonde lambda en aval du catalyseur G130

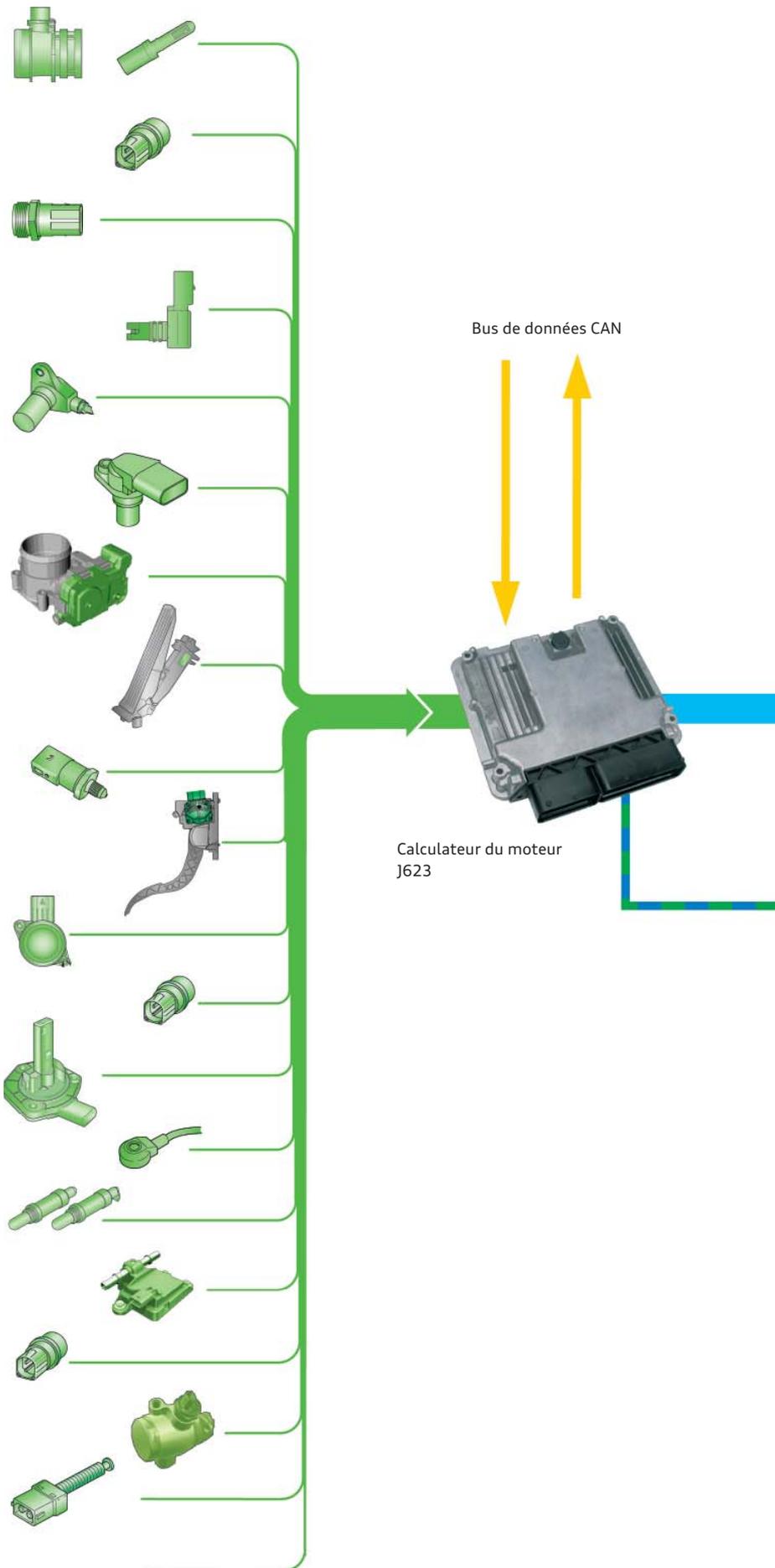
Transmetteur de qualité du carburant G446

Contacteur de pression d'huile pour contrôle de la pression réduite F378

Transmetteur de pression de carburant, basse pression G410

Contacteur de feux stop F

Signaux supplémentaires



## Actionneurs

Relais d'alimentation en courant pour Motronic J271  
Relais d'alimentation en courant pour composants du moteur J757

Vanne du volet de tubulure d'admission N316

Électrovanne de limitation de pression de suralimentation N75

Vanne de régulation de pression du carburant N276

Calculateur de pompe à carburant J538  
Pompe à carburant (pompe de préalimentation) G6

Injecteurs pour les cylindres 1 à 4 N30 - N33

Bobines 1 à 4 avec étage final de puissance N70, N127, N291, N292

Unité de commande de papillon J338  
Entraînement du papillon (commande d'accélérateur électrique) G186

Électrovanne 1 de réservoir à charbon actif N80

Chauffage de sonde lambda Z19  
Chauffage de la sonde lambda 1, en aval du catalyseur Z29

Relais de pompe supplémentaire de liquide de refroidissement J496  
Pompe de recirculation du liquide de refroidissement V51

Électrovanne 1 de distribution variable N205

Injecteur de départ à froid N17

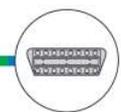
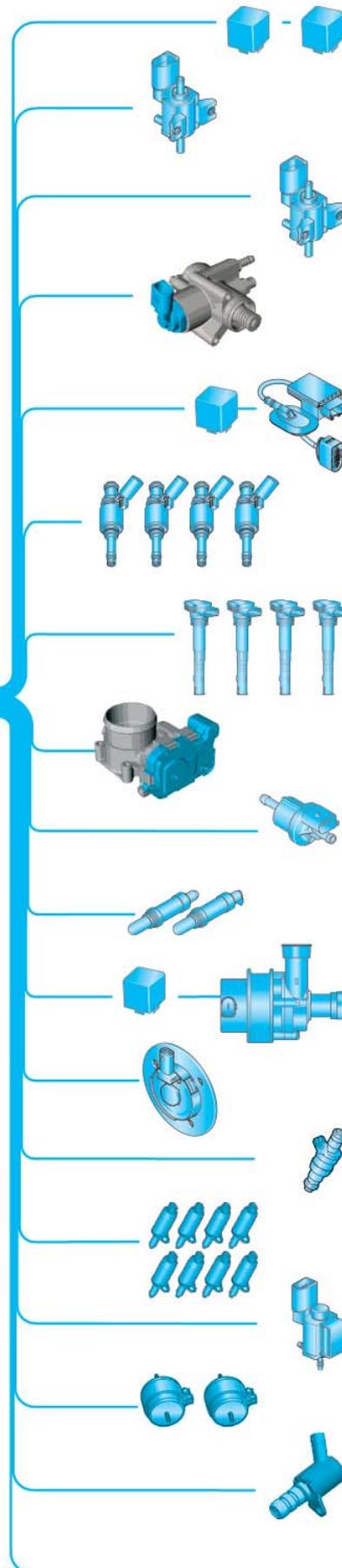
Actionneurs 1 à 8 de variateur de calage d'arbre à cames F366 - F373

Vanne de recyclage d'air du turbocompresseur N249

Électrovanne gauche de palier électrohydraulique du moteur N144  
Électrovanne droite de palier électrohydraulique du moteur N145

Vanne de régulation de pression d'huile N428

Signaux de sortie supplémentaires



Raccord de diagnostic

## Départ à froid

L'information sur la qualité du carburant permet de régler, dès le départ à froid, le mélange correct. En fonction de la qualité du carburant (proportion d'éthanol dans l'essence), la *pression de vapeur\** et donc les propriétés du mélange varient. L'éthanol pur (E100) présente à environ 13 °C la même pression de vapeur qu'une essence du commerce à -30 °C. (Voir chapitre « Démarrage à froid autonome », à la page 10) Grâce à la technologie **FSI\***, il est possible de réaliser une injection multiple haute pression. Cette dernière permet de renoncer à un préchauffage du moteur et de réaliser un départ à froid garanti jusqu'à -25 °C.

## Stratégies d'injection

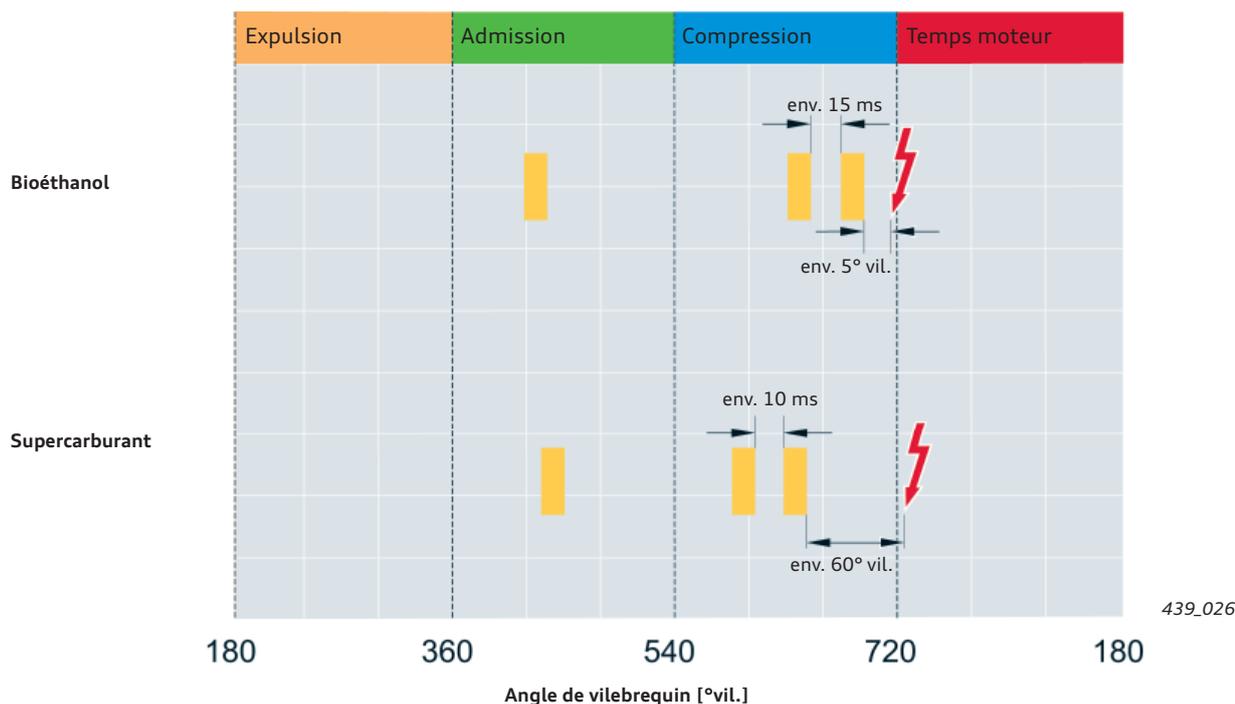
Les stratégies d'injection lors du départ à froid sont similaires pour l'essence et l'E85 :

- La première injection a lieu durant le temps d'admission et assure une « richesse de base » du mélange air-carburant.

L'injection multiple dispose de trois fenêtres d'injection au lieu de deux comme jusqu'à présent.

Tandis que, dans le cas de la double injection, les fenêtres d'injection sont disponibles durant le temps d'admission et le temps de compression, l'injection pendant le temps de compression est, dans le cas de l'injection multiple, scindée en deux phases d'injection variables. Le moment et le débit des deux phases d'injection peuvent être choisis librement.

- Durant le temps de compression, il est procédé à deux injections se suivant de près. L'interruption entre les deux injections garantit un conditionnement amélioré du mélange et une répartition homogène dans la chambre d'injection et donc dans la zone périphérique de la bougie, où un mélange combustible doit être disponible au point d'injection.



### Différences entre les stratégies d'injection essence et E85

Durant le temps d'admission, la fenêtre d'injection choisie est pratiquement identique. La seule chose dont il est tenu compte ici est que l'injection est, avec l'E85, plus longue en raison des besoins volumétriques supplémentaires.

Grâce à l'injection directe, il est possible d'exploiter lors du départ à froid la chaleur de la compression pour le conditionnement du mélange. C'est pourquoi, durant le temps de compression, les deux phases d'injection sont, pour l'E85, nettement plus tardives, et que l'écart entre elles est choisi plus court.

L'écart entre la dernière injection et l'allumage, qui se situe aux alentours du PMH, est choisi plus court que lors du démarrage essence.

Dans le cas de l'essence, l'injection a lieu plus tôt et l'écart entre la dernière la dernière injection et le point d'allumage est plus important. Cela permet d'obtenir une meilleure homogénéisation du mélange et d'éviter la formation de suie lors du départ à froid. Une haute pression du carburant de 150 bars est appliquée pour le départ à froid.

Il s'ensuit une vaporisation fine du carburant et un débit de carburant plus important pour une durée d'injection identique.

## Départ à froid avec éthanol

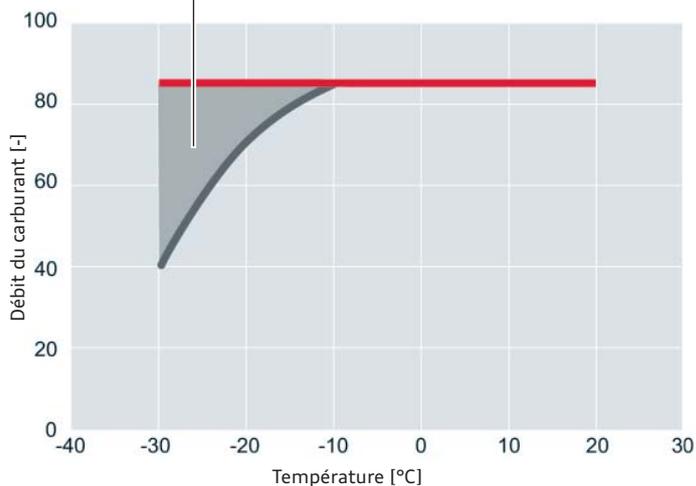
### Aptitude au démarrage en cas de proportion d'éthanol élevée

Le départ à froid avec le carburant E85 peut entraîner une problématique nécessitant la mise en œuvre d'une technique supplémentaire.

Indépendamment de la pression élevée du carburant, le débit de la pompe haute pression ne suffit pas lors du départ à froid en raison des besoins volumétriques plus élevés du carburant contenant de l'éthanol.

La capacité de refoulement de la pompe haute pression a été dimensionnée pour le moteur de base fonctionnant à l'essence et garantit une alimentation en essence suffisante jusqu'à  $-30\text{ °C}$ .

Besoins de carburant supplémentaires dus à l'injecteur de départ à froid



439\_027

- Avec injecteur de départ à froid
- Sans injecteur de départ à froid

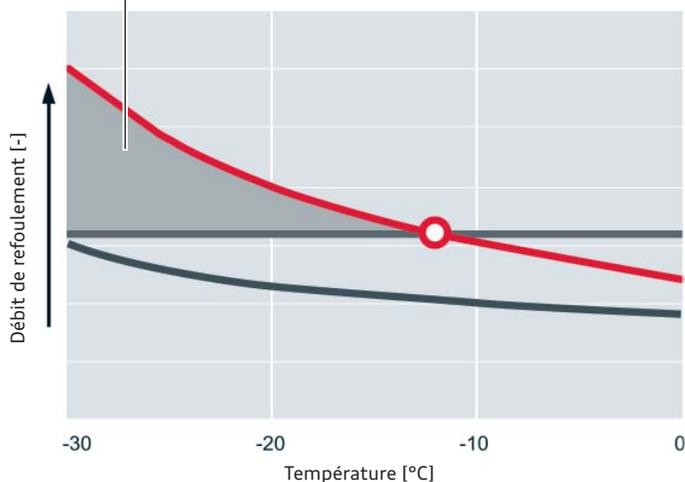
### Alimentation en carburant lors du départ à froid

En dessous du point de congélation, le débit au démarrage est nettement plus élevé avec l'E85 qu'avec l'essence.

Pour garantir un départ à froid à  $-30\text{ °C}$  avec l'E85, on a besoin du double environ du débit au démarrage.

À env.  $-10\text{ °C}$ , la capacité de refoulement maximale de la pompe haute pression est épuisée, bien que, en vue d'augmenter la capacité de refoulement dans le cas du moteur 2.0 TFSI flexible fuel, la levée de la came de pompe ait été augmentée de 6 %. L'injecteur de départ à froid N17 y remédie.

Besoins de carburant supplémentaires

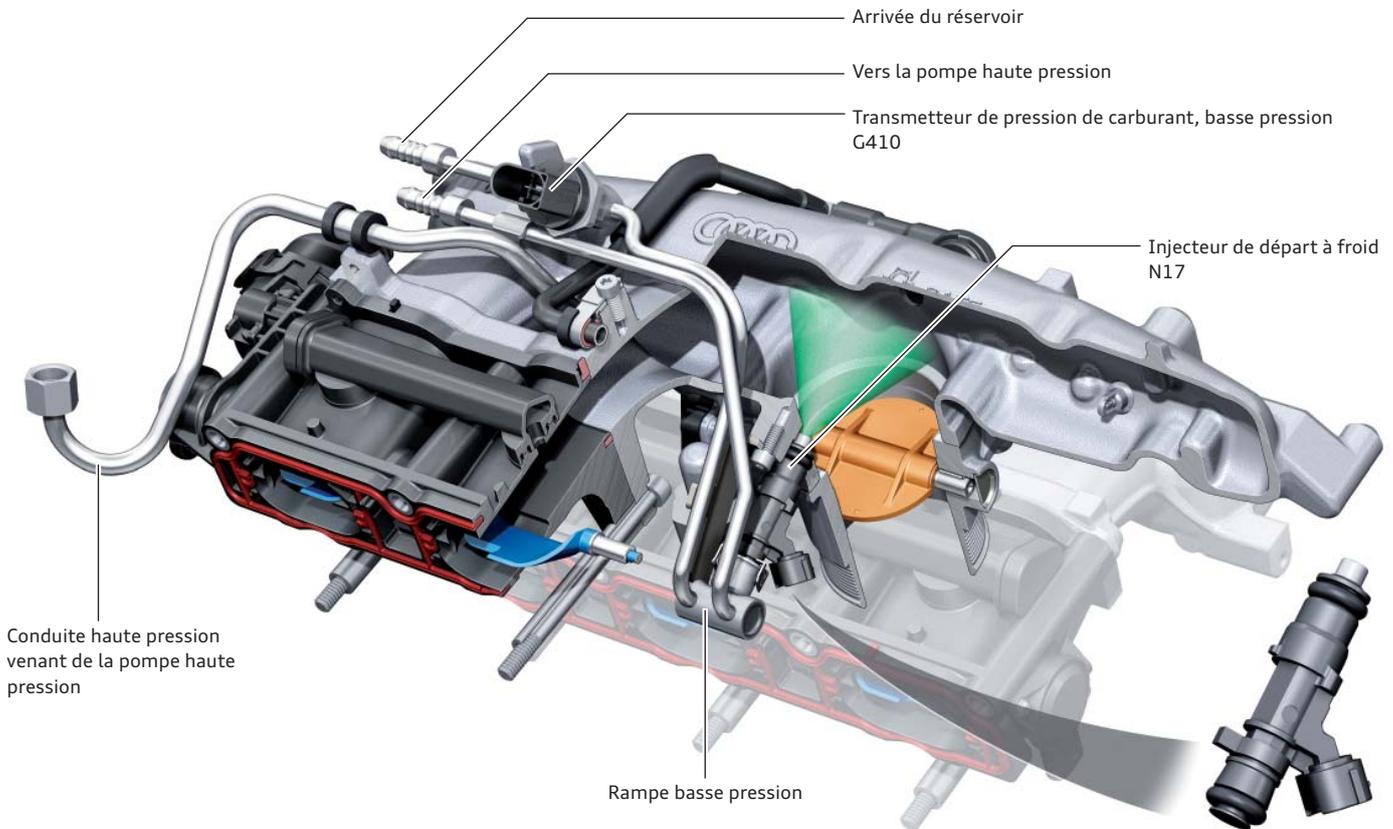


439\_028

- Éthanol
- Supercarburant
- Capacité de refoulement de la pompe haute pression au démarrage

## Tubulure d'injection adaptée

La tubulure d'injection est de conception nouvelle. Les volumes de production prévus pour ces moteurs ne sont cependant pas assez élevés pour justifier l'acquisition d'un outil pour la fabrication d'une pièce en plastique. C'est pourquoi la tubulure d'admission est réalisée en aluminium.



439\_029

## Injecteur de départ à froid N17

Afin de disposer, à des températures inférieures à  $-10\text{ °C}$ , de suffisamment de carburant pour le démarrage, un injecteur de départ à froid supplémentaire a été intégré dans le système d'alimentation basse pression.

L'injecteur de départ à froid est positionné derrière le papillon, dans la tubulure d'admission.

La répartition des débits de carburant entre le système haute pression et le système basse pression a été choisie de sorte que seuls les débits ne pouvant pas être refoulés par la pompe haute pression soient délivrés par l'injecteur de départ à froid.

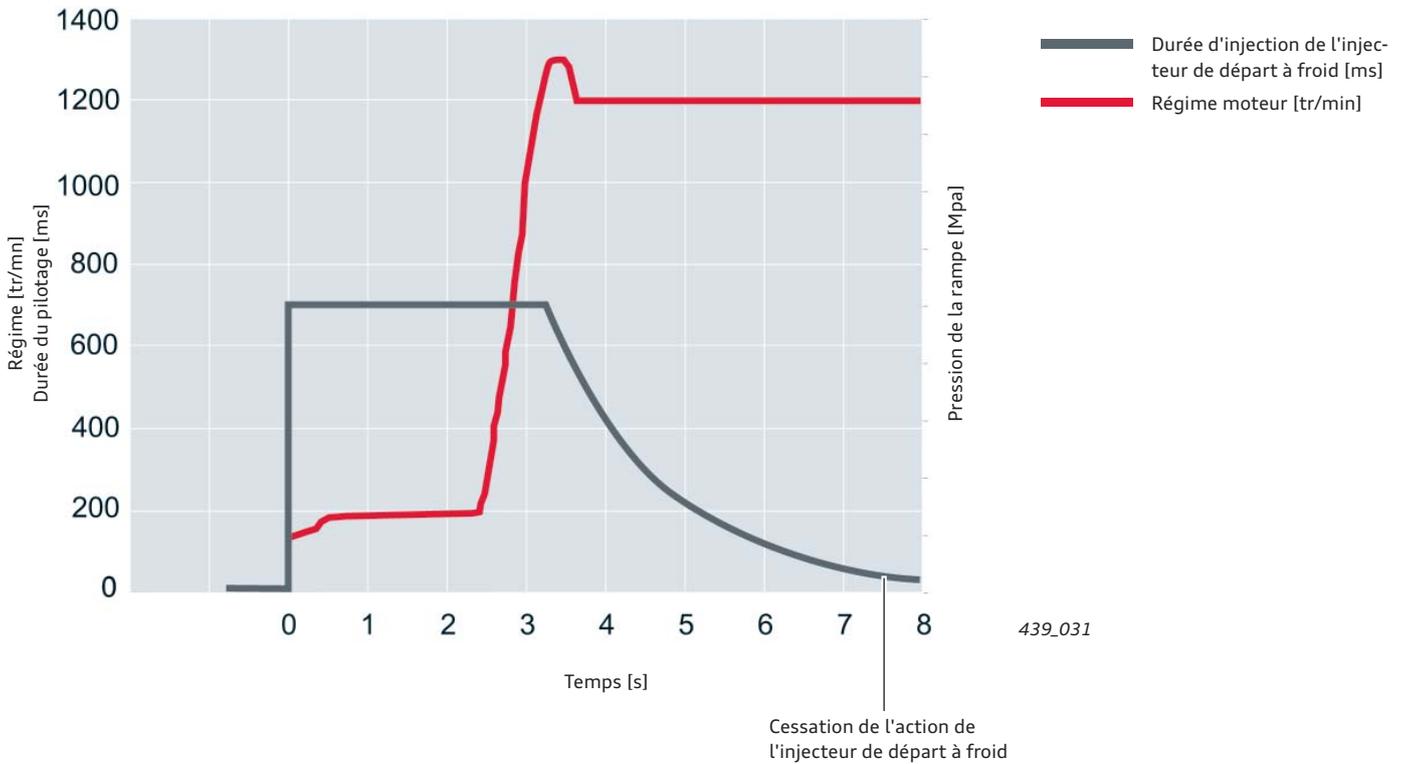
Cela signifie que le système haute pression est, dans ce cas, piloté avec le rapport d'impulsions maximal.

Pour que le débit de carburant de l'injecteur de départ à froid et celui du système haute pression puissent être traités simultanément dans la chambre de combustion, la coordination des deux injections doit être harmonisée au démarrage.

## Déroulement d'un départ à froid

### 1. Lancement

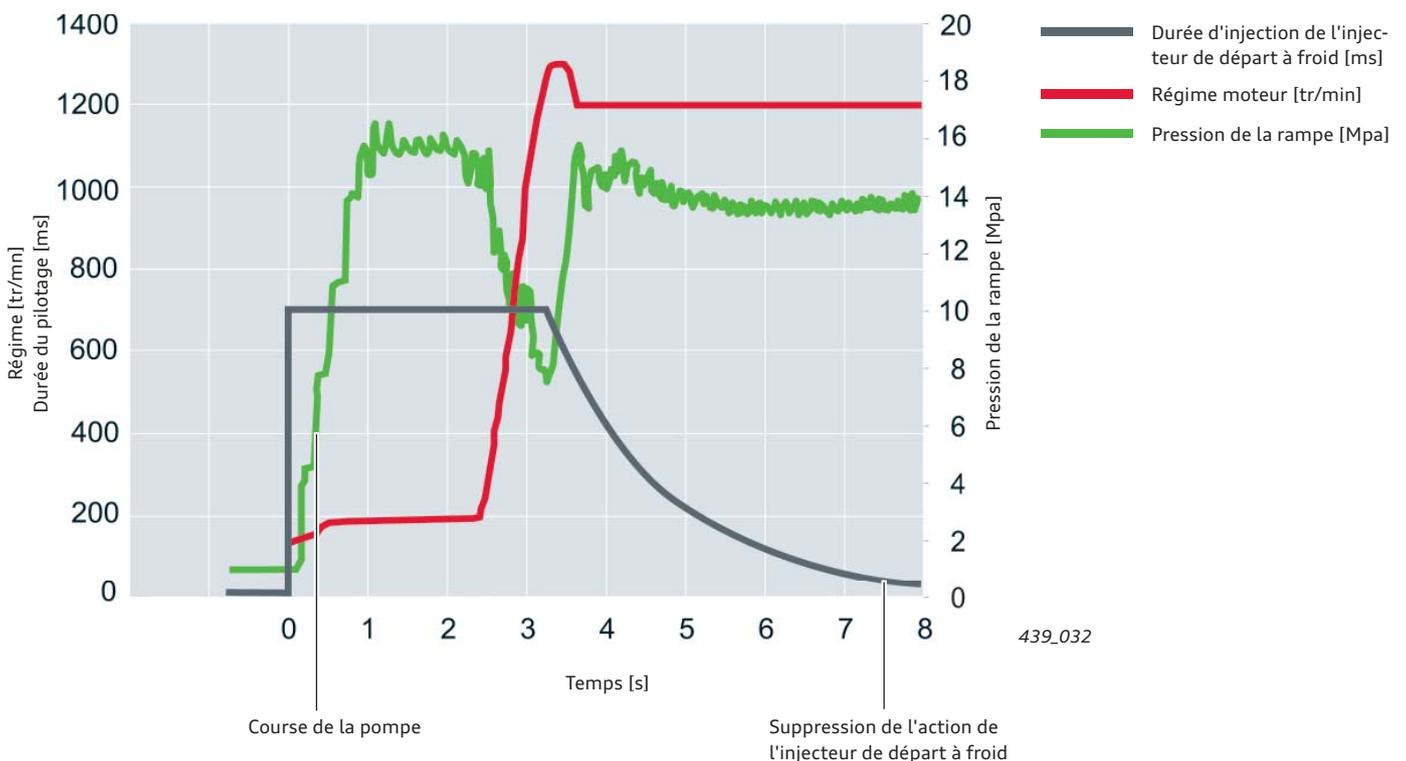
La courbe suivante présente un départ à froid à une température extérieure de  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Lors de l'actionnement du démarreur, du carburant est injecté via l'injecteur de départ à froid N17.



### 2. Établissement de la haute pression

Pendant que l'injecteur de départ à froid injecte du carburant, la pompe haute pression établit simultanément une haute pression. Les injecteurs de la pompe haute pression restent dans un premier temps désactivés.

La période nécessaire pour acheminer le carburant de l'injecteur de départ à froid à la chambre de combustion est utilisé pour établir une pression dans la rampe de 150 bars dans le système haute pression.

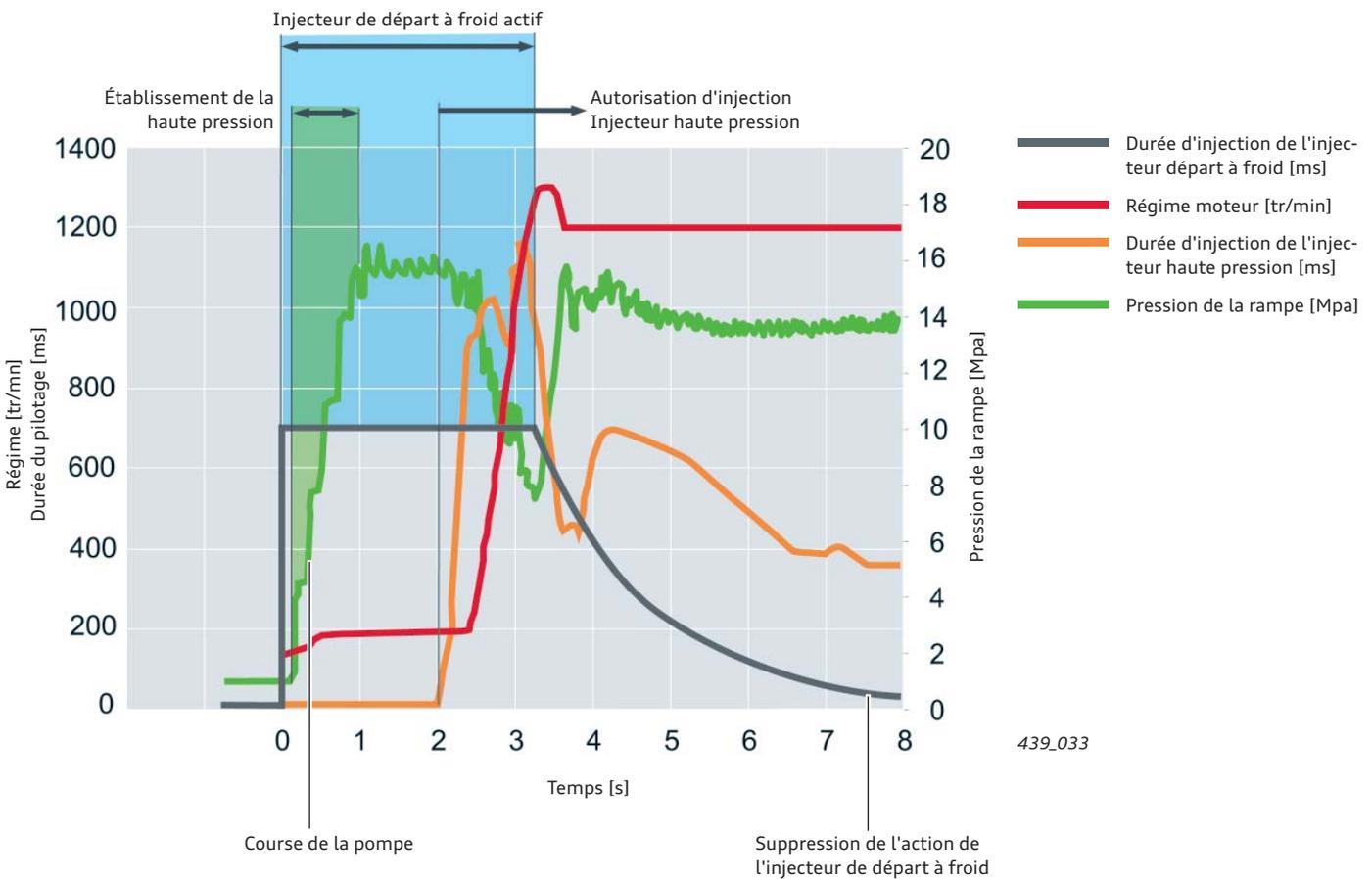


### 3. Injection haute pression

Une fois la haute pression établie et le carburant de l'injecteur de départ à froid arrivé à la chambre de combustion, l'injection haute pression est activée. Du fait du pilotage maximal possible du système haute pression, un « effondrement » du système haute pression est pris en compte en toute connaissance de cause. La pression ne doit toutefois pas chuter trop bas. Cela aurait une répercussion négative sur le conditionnement du mélange. Dès que la combustion débute et que la « montée en régime » du moteur a lieu, le débit de carburant délivré via l'injecteur de départ à froid diminue graduellement.

Il y a cessation de l'injection dès que le régime correspond au régime de ralenti de consigne. La suppression de l'action de l'injecteur de départ à froid s'effectue en continu et lentement, afin d'éliminer les effets de film sur les parois et d'assister les premiers cycles de fonctionnement du moteur.

Le pilotage temporel du système haute pression dépend ainsi de la mise en œuvre de l'injecteur de départ à froid, laquelle dépend à son tour de la concentration en éthanol et de la température de démarrage.



## Pénétration et extraction de carburant dans l'huile moteur

### Introduction

Il y a, à partir de l'huile, du carburant et de l'eau, formation d'une émulsion complexe, qui entraîne une perte accrue des agents contenus dans l'huile et sa pollution éventuelle. Une teneur en carburant trop élevée dans l'huile moteur se traduit par une viscosité extrêmement basse, d'où l'amenuisement du film lubrifiant. Il peut se produire en supplément une *cavitation\** provoquée par la vaporisation rapide du carburant.

La pénétration de substances oxygénées entrave la formation de couches de protection contre l'usure. Cette problématique est à l'origine de la périodicité d'entretien indiquée à la page 28.

Dans le moteur froid, du carburant n'ayant pas encore été acheminé à la combustion et de l'eau contenue dans les gaz d'échappement peuvent condenser dans la ligne d'échappement et le cylindre et parvenir au circuit d'huile.

En mode E85, une introduction de jusqu'à 160 g dans l'huile moteur par cycle de départ à froid est possible. À la fin de la phase de départ à froid, l'huile moteur contient environ 15 % de carburant et d'eau. La condensation du carburant E85 entraîne une augmentation de la consommation.

À des températures de l'huile inférieures à environ 50 °C, il y a enrichissement en carburant et en eau. À des températures supérieures à 50 °C, le carburant et l'eau s'évaporent.

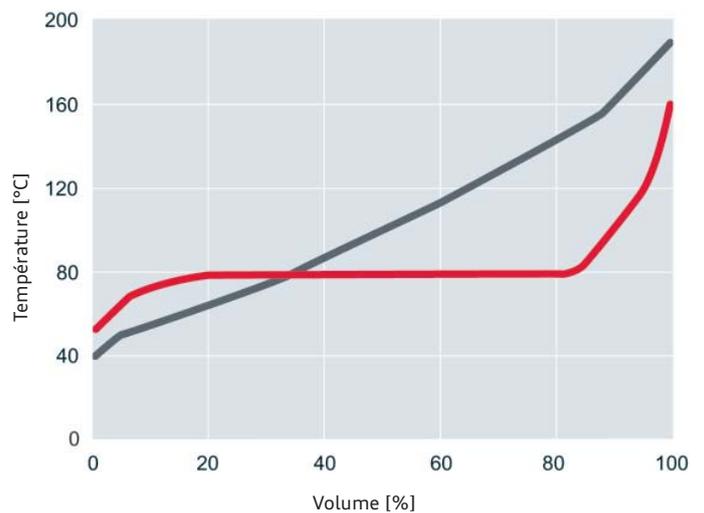
Durant la phase de mise en action, la pénétration de carburant est, en mode E85, nettement plus élevée qu'en mode essence.

Cela dépend de deux points :

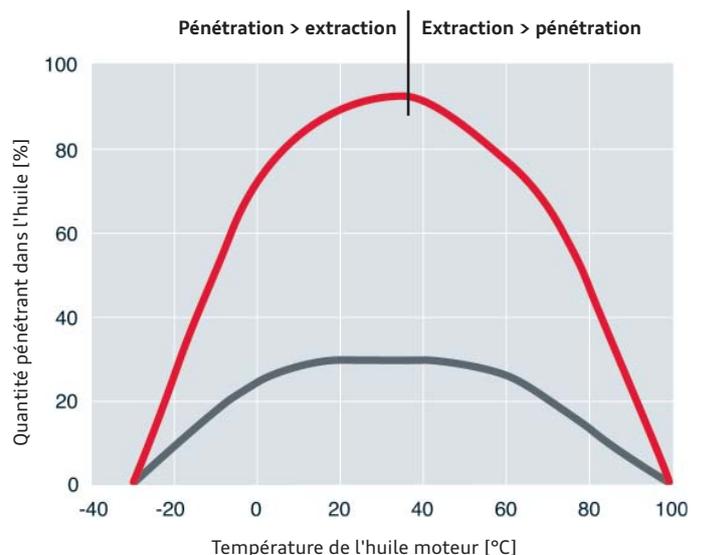
- ▶ consommation volumétrique accrue de carburant E85
- ▶ comportement d'ébullition différent des deux carburants (cf. graphique 439\_034)

Contrairement à l'essence, l'éthanol n'a pas de courbe d'ébullition, mais un point d'ébullition fixe. Il se situe à 78 °C.

Alors que les différents composants de l'essence passent à l'état gazeux dans toute la plage de température de 40 °C à 200 °C, l'éthanol passe à l'état gazeux à une température fixe. Cela tient à la structure moléculaire de l'éthanol.



439\_034



439\_035

- Éthanol
- Supercarburant

## Répercussions sur la gestion du moteur

La pénétration du carburant E85 dans l'huile moteur durant la phase de mise en action se produit du fait qu'une quantité plus importante est injectée et, surtout, en raison du point d'ébullition fixe.

Lors du départ à froid, la consommation volumétrique accrue et l'enrichissement supplémentaire au démarrage entraînent l'injection d'une quantité supplémentaire importante dans le moteur. Cela ne représente pourtant que la plus petite partie de la quantité totale injectée durant toute la phase de mise en action.

La part du carburant ne participant pas directement à la combustion et entrant en contact avec des composants du moteur qui n'ont pas encore atteint une température de 78 °C, condense à nouveau et est soit évacuée via le système d'échappement, soit elle pénètre dans l'huile moteur en passant le long des segments de piston.

L'effet dure jusqu'à ce que tous les composants moteur de la chambre de combustion aient sûrement dépassé la température d'ébullition de l'éthanol. Ce point est atteint à une température approximative de l'huile moteur de 35 °C. À partir de ce point, il y a plus d'éthanol extrait de l'huile moteur que d'éthanol pénétrant dans l'huile moteur.

La pénétration de carburant dans l'huile moteur peut être particulièrement élevée lorsque l'on effectue fréquemment de courts trajets répétitifs.

### Déroulement de l'extraction du carburant

À une température de l'huile moteur de 78 °C, il y a ébullition et élimination de l'éthanol. L'éthanol éliminé par ébullition est alors acheminé à la combustion via le dégazage du carter.

La gestion du moteur doit, au ralenti, prendre des mesures particulières pour permettre la réalisation d'une *combustion stœchiométrique\**.

Suivant la situation et la proportion d'éthanol, les mesures suivantes peuvent être prises :

- ▶ La masse de carburant injectée est réduite en agissant sur la durée d'injection des injecteurs.
- ▶ Si cela ne suffit pas, la pression du carburant est abaissée à 30 bars.
- ▶ Dans les cas extrêmes, le point d'allumage peut être décalé en direction du retard.
- ▶ Comme dernière mesure, il est procédé à une élévation supplémentaire du régime de ralenti.

# Service

## Opérations d'entretien

Travaux d'entretien	Périodicité
<b>Périodicité d'entretien intermédiaire systématiquement sans LongLife</b>	Périodicité fixe tous les 15 000 km ou au bout de 12 mois (selon la première occurrence)
<b>Spécifications d'huile moteur</b>	Huile moteur selon normes VW 50400 ou 50200
<b>Périodicité de remplacement du filtre à huile moteur</b>	lors de chaque entretien intermédiaire
<b>Capacité de vidange d'huile moteur par le SAV</b>	4,6 litres (avec filtre à huile)
<b>Aspiration / vidange de l'huile moteur</b>	toutes deux sont possibles
<b>Valeurs de l'échelle du contrôleur d'indicateur électronique de niveau d'huile (en cas de suppression de la jauge d'huile)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Consigne pour la bague de réglage (valeur supérieure de l'échelle) 39</li><li>▶ Consigne pour la plage de niveau d'huile min. à max. (valeur inférieure de l'échelle) 0 à 24</li></ul>
<b>Périodicité de remplacement du filtre à air</b>	90 000 km
<b>Périodicité de remplacement du filtre à carburant</b>	Montage à vie
<b>Périodicité de remplacement des bougies d'allumage</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ tous les 30 000 km ou au bout de 6 ans (selon la première occurrence)</li></ul>

## Entraînement des organes de commande et auxiliaires

Travaux d'entretien	Périodicité
<b>Périodicité de remplacement de la courroie multipistes</b>	Montage à vie
<b>Système tendeur de courroie multipistes</b>	Montage à vie
<b>Périodicité de remplacement de la chaîne de distribution</b>	Montage à vie
<b>Système tendeur de la chaîne de distribution</b>	Montage à vie

## Glossaire

### AVS

#### Audi valvelift System

Le système Audi valvelift a été mis au point en vue de l'optimisation du renouvellement des gaz. Sur le moteur TFSI de 2,0l, le système n'est pas utilisé côté admission, mais côté échappement. Il exploite la dissociation de l'ordre d'allumage et donc la suralimentation pulsatoire du turbocompresseur.

### Block heater

Afin de pallier les influences négatives sur le démarrage du moteur à des températures inférieures au point de congélation dues à la pression de vapeur faible de l'éthanol, il était autrefois fait appel, dans les pays scandinaves notamment, à des réchauffeurs du bloc moteur, ou « block heater ». Le véhicule est alors relié pendant plusieurs heures à une prise de courant, le bloc-moteur est réchauffé, l'inflammation du mélange inflammable conditionné est assurée et un démarrage sûr est garanti.

### Carburant BTL\*

#### Biomass To Liquid, soit en français : liquéfaction de la biomasse

Il s'agit de carburants synthétiques fabriqués à partir de biomasse. Les produits finals peuvent être des carburants présentant quelques différences chimiques par rapport aux carburants classiques, tels que l'essence ou le gazole, mais pouvant également être utilisés dans les moteurs à essence ou diesel. Les carburants BTL sont des biocarburants de la 2<sup>ème</sup> génération.

### Cavitation

(du latin cavitare - creuser). Il s'agit de la formation et de la dissolution de cavités gazeuses dans des liquides soumis à des variations de pression. Il est fait une différenciation entre deux cas limites, entre lesquels il peut exister de nombreuses formes intermédiaires. Dans le cas de la cavitation sous pression ou dure (cavitation transitoire), les cavités renferment essentiellement la vapeur du liquide environnant. Ces cavités sont désintégrées sous l'effet de la pression extérieure par implosion de la bulle (choc de vapeur microscopique). Dans le cas de la cavitation gazeuse douce ou stable, les gaz dissous dans le liquide interviennent dans la cavitation et amortissent ou évitent l'effondrement.

### Combustion stœchiométrique

Décrit le rapport air-carburant pour lequel il y a combustion complète du carburant mis en œuvre sans manque ni reste d'oxygène. Pour la combustion complète d'un kilogramme d'essence ordinaire, on a besoin de 14,8 kg d'air, pour la combustion complète d'un kilogramme de supercarburant, on a besoin de 14,7 kg d'air, pour la combustion complète d'un kilogramme d'éthanol, on a besoin de 9,0 kg d'air, pour la combustion complète d'un kilogramme de gazole, on a besoin de 14,5 kg d'air.

### Constante diélectrique (permittivité)

Il s'agit du rapport entre  $\epsilon$  et la constante de champ électrique  $\epsilon_0$  (permittivité du vide)  $\epsilon_r = \epsilon/\epsilon_0$ . La grandeur non dimensionnelle  $\epsilon_r$  désigne les effets d'affaiblissement du champ de la polarisation diélectrique à l'intérieur des isolants électriques.

### Démarrage à froid autonome

Un démarrage à froid pouvant se dérouler ou être exécuté indépendamment d'autres composants (block heater). Pour cela, il y a, en technologie FSI, réalisation d'une injection multiple haute pression, permettant de renoncer à un réchauffage du moteur et garantissant un départ à froid jusqu'à  $-25\text{ }^\circ\text{C}$ .

### Diélectrique

Il s'agit d'une substance non métallique, faiblement conductrice ou non conductrice de l'électricité, pouvant subir l'action de champs électriques ou électromagnétiques, et dont les porteurs de charge ne sont généralement pas susceptibles de se déplacer. Un diélectrique peut être un gaz, un liquide ou un solide.

### Enthalpie de vaporisation

L'enthalpie de vaporisation  $\Delta V_H$  est l'énergie nécessaire au transfert isotherme et isobare d'une mole d'une substance de l'état liquide à l'état gazeux.

### Fonte au graphite vermiculaire

Il s'agit d'un matériau en fonte fer-carbone, qui se distingue par la forme essentiellement vermiculaire de son graphite (en forme de barrettes). On parle généralement de fonte au graphite vermiculaire en présence d'au moins 80 % de graphite vermiculaire, le graphite restant pouvant se présenter sous forme sphéroïdale, mais pas lamellaire. La fonte au graphite vermiculaire présente une importante limite d'élasticité de 0,2 %. La résistance est en moyenne supérieure d'au moins 50 % à celle de la fonte au graphite lamellaire, mais dépend à la fois de l'épaisseur de paroi et de la teneur en silicium. L'économie de poids par rapport à la fonte grise peut atteindre 15 % du fait d'épaisseurs de paroi plus minces.

### FSI

#### Fuel Stratified Injection (injection d'essence en charge stratifiée)

Technologie utilisée sur les moteurs à essence du Groupe VW pour l'injection directe de carburant dans la chambre de combustion à une pression supérieure à 100 bars.

### Octane

L'indice d'octane mesure la résistance d'un carburant à la combustion précoce et incontrôlée par auto-inflammation dans la chambre de combustion. Plus l'indice d'octane est élevé, plus le rendement énergétique du carburant est élevé.

### Pression de vapeur

Il s'agit d'une pression gazeuse dépendant de la matière et de la température, désignant la pression ambiante au-dessous de laquelle un liquide commence – à température constante – à passer à l'état gazeux.

# Contrôle des connaissances

## 1. Qu'entend-on par « flexible fuel » ?

- a) Le moteur peut fonctionner à l'essence et au GPL.
- b) Le moteur peut fonctionner à l'essence et au diesel.
- c) Le moteur peut fonctionner à l'essence et au bioéthanol.

## 2. Quelle est la fonction du transmetteur G446 ?

- a) Le transmetteur de pression du carburant mesure la pression du carburant dans la rampe commune.
- b) Le transmetteur de pression du carburant mesure la concentration en éthanol.
- c) Le transmetteur de pression du carburant détermine le pilotage précis du carburant.

## 3. Quelles sont les caractéristiques du moteur 2.0 TFSI flexible fuel ?

- a) Exploitation du moteur TFSI de 2,0l avec AVS et technologie start/stop.
- b) Pas d'inconvénients sensibles au niveau du confort et du plaisir de conduite.
- c) Mise au point d'un préchauffage du moteur spécial pour les « pays froids ».

## 4. Que signifie la désignation « bioéthanol » ?

- a) C'est un nom de marketing.
- b) C'est un composé organique d'hydrocarbure.
- c) C'est un combustible obtenu à partir de plantes et bois à croissance rapide et de déchets organiques.

## 5. Quelles modifications présente le moteur 2.0 TFSI flexible fuel par rapport au moteur de base ?

- a) Utilisation d'un réchauffeur (block heater).
- b) Utilisation de bielles renforcées.
- c) Augmentation de la puissance du moteur.

## 6. Quelles sont les modifications apportées au système d'alimentation ?

- a) Mise en œuvre d'un réservoir à carburant modifié.
- b) Mise en œuvre d'une unité de refoulement modifiée.
- c) Mise en œuvre d'un capteur de qualité du carburant G446.

## 7. Quelles sont les particularités de la gestion du moteur ?

- a) Réduction de la durée d'injection au ralenti.
- b) Jusqu'à une température de l'huile de 35 °C, pénétration accrue de composants du carburant ne participant pas à la combustion.
- c) Réduction du régime de ralenti.

## 8. De quoi faut-il tenir compte au niveau du Service ?

- a) Périodicité fixe, pas de Service LongLife.
- b) Remplacement des bougies d'allumage tous les 60 000 km.
- c) À chaque opération d'entretien, remplacement du filtre à carburant.

## Récapitulatif

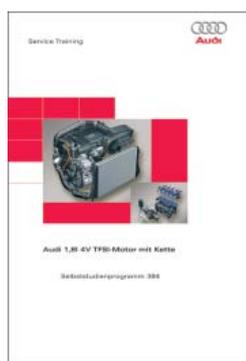
L'utilisation de l'éthanol représente une solution à la fois pratique et économique par rapport à l'essence. Elle ne requiert ni l'introduction de technologies moteurs inédites, ni l'installation de réservoirs de carburant sous pression, comme c'est le cas pour les motorisations au gaz de pétrole liquéfié (GPL) ou au gaz naturel véhicules (GNV).

Le moteur 2.0 TFSI flexible fuel d'Audi est le premier moteur à carburation flexible au monde basé sur la technologie TFSI. Il utilise le biocarburant E85 tout comme l'essence conventionnelle pour atteindre un rendement optimal sans restrictions. Grâce à l'utilisation de biocarburants renouvelables, le bilan de CO<sub>2</sub> est amélioré jusqu'à concurrence de 75 %.

Grâce à l'injection multiple haute pression nouvellement mise au point, le moteur 2.0 TFSI flexible fuel est en mesure, même à des températures extérieures basses, de garantir un démarrage sûr avec l'E85.

Comparée à ses concurrentes du segment premium, l'Audi A4 dotée du moteur 2.0 TFSI flexible fuel établit une nouvelle référence. À performance égale avec la version essence de base, l'Audi A4 en motorisation 2.0 TFSI flexible fuel représente de loin le concept de véhicule à moteur à essence à carburation flexible le plus économique de sa catégorie.

## Programmes autodidactiques (SSP)



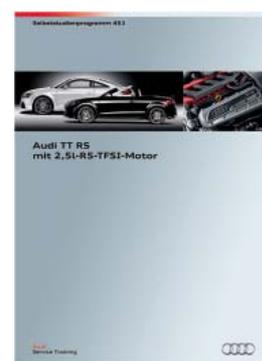
439\_038



439\_039



439\_040



439\_041

**Programme autodidactique 384 Moteur Audi TFSI de 1,8l à 4 soupapes par cylindre, à commande par chaîne,**  
référence : A06.5S00.29.40

**Programme autodidactique 436 Modifications apportées au moteur TFSI 4 cylindres à commande par chaîne,**  
référence : A08.5S00.52.40

**Programme autodidactique 411 Moteurs FSI de 2,8l et de 3,2l Audi avec système valvelift Audi,** référence : A07.5S00.42.40

**Programme autodidactique 451 Audi TT RS avec moteur TFSI RS de 2,5 litres,** référence : A10.5S00.67.40

Sous réserve de tous droits  
et modifications techniques.

Copyright  
**AUDI AG**  
I/VK-35  
service.training@audi.de

**AUDI AG**  
D-85045 Ingolstadt  
Définition technique 05/10

Printed in Germany  
A10.5S00.57.40