

Sonde Lambda

La sonde Lambda est un composant indispensable pour la régulation et la mesure de la composition des gaz d'échappement. Le but est de respecter les seuils d'émission imposés par la législation. La solution retenue consiste à mesurer la teneur résiduelle en oxygène des gaz d'échappement.

Pour que la combustion soit optimale, un moteur diesel est alimenté avec un rapport carburant-air $\lambda > 1$, autrement dit avec un excédent d'oxygène. $\lambda = 1$ correspond à un rapport de 1 kg de carburant pour 14,7 kg d'air.

La sonde lambda se trouve à l'entrée du carter commun au filtre à particules diesel (DPF) et au catalyseur d'oxydation.

Sonde de régulation à caractéristique continue



T006-1027

109 - Sonde de régulation à caractéristique continue

La sonde de régulation à caractéristique continue est une sonde Lambda à large bande de type LSU 4.9 de la société Bosch. Cette sonde Lambda à large bande est placée en amont du catalyseur proche du moteur.

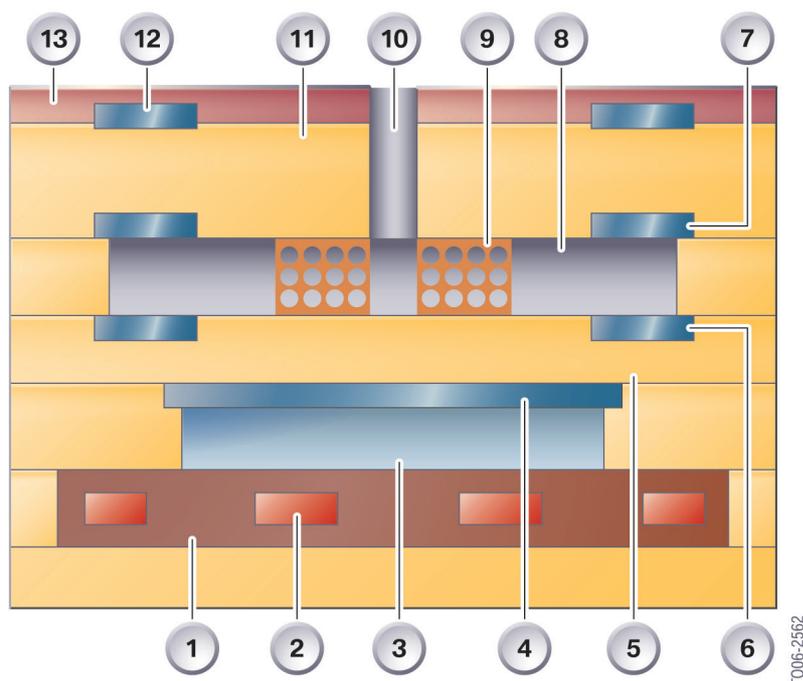
La sonde à large bande permet de déterminer la concentration d'oxygène dans les gaz d'échappement dans une plage étendue et d'estimer ainsi le rapport air/carburant dans la chambre de combustion.

La sonde à large bande effectue des mesures précises non seulement à $\lambda = 1$ mais aussi dans les plages de mélange riche ($\lambda < 1$) et pauvre ($\lambda > 1$). Elle fournit un signal électrique net et constant dans la plage de $\lambda = 0,7$ à $\lambda = \infty$ ($\lambda \infty = \text{air}$).

Le connecteur de la sonde comporte 5 broches. L'affectation des broches dans le boîtier de connecteur est la suivante :

- Courant de pompage (+)
- Courant de pompage et tension Nernst (-)
- Chauffage (-)
- Chauffage (+)
- Tension Nernst (+)

⚠ Le connecteur de la sonde Lambda intègre une résistance d'étalonnage compensant les tolérances de fabrication. Cette résistance est reliée au contact encore inoccupé. ◀



110 - Constitution de la sonde Lambda large bande

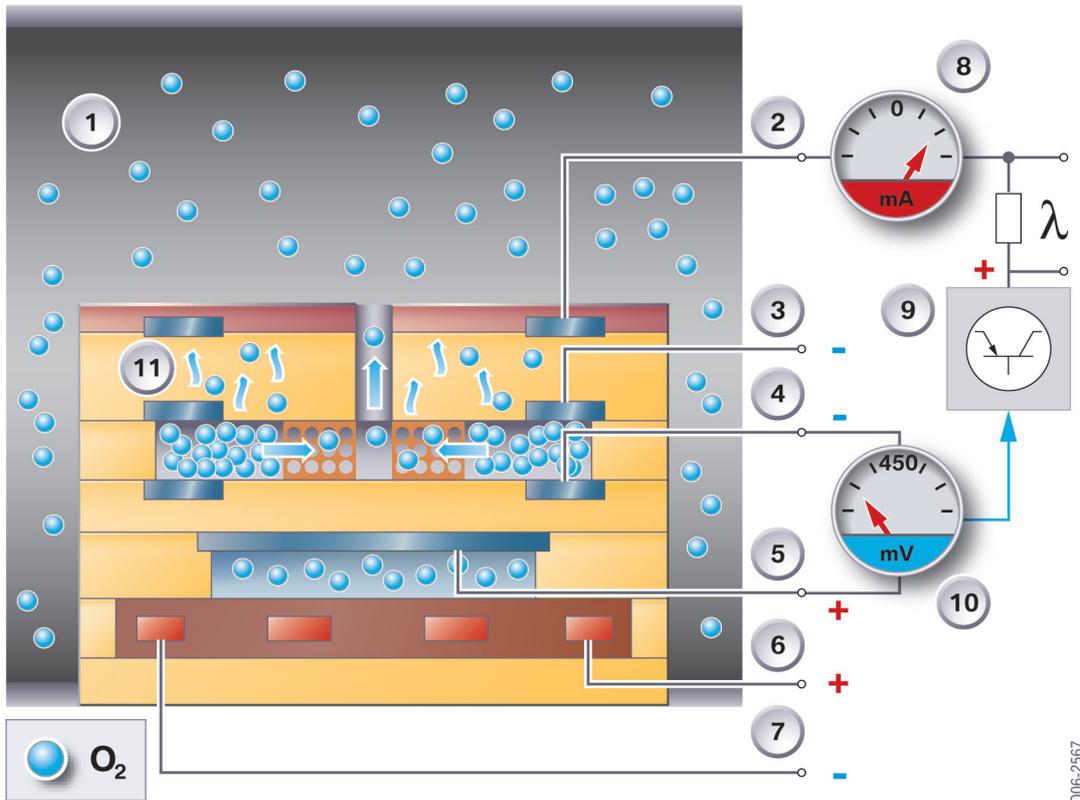
Index	Explication	Index	Explication
1	Couche d'isolation	8	Fente de diffusion
2	Elément chauffant	9	Barrière de diffusion poreuse
3	Conduit d'air de référence	10	Trou d'entrée des gaz
4	Electrode intérieure de la cellule de référence	11	Couche céramique en ZrO ₂
5	Couche céramique en ZrO ₂	12	Electrode extérieure cellule de pompage d'oxygène
6	Electrode extérieure de la cellule de référence	13	Couche de protection
7	Electrode intérieure cellule de pompage d'oxygène		

La cellule de mesure est constituée d'une céramique à base de dioxyde de zirconium (ZrO₂). Elle combine une cellule de concentration Nernst (élément sensible de fonction identique à celle d'une sonde Lambda à saut de tension) et une cellule de pompage qui transporte les ions d'oxygène.

La cellule de pompage d'oxygène (repères 7, 11 et 12) et la cellule de concentration Nernst (repères 4, 5 et 6) sont positionnées de façon à obtenir entre les deux une fente de diffusion (8) de l'ordre de 10 à 50 µm. Cette fente communique avec les gaz d'échappement par un canal d'arrivée (9). L'un des côtés de la cellule de concentration Nernst est relié à l'atmosphère ambiante par un canal d'air de référence (3) et un orifice. L'autre côté est exposé aux gaz d'échappement contenus dans la fente de diffusion (8).

Les gaz d'échappement parviennent en traversant le trou d'entrée des gaz dans la fente de diffusion de la cellule de concentration Nernst. On obtient de la sorte dans la fente de diffusion la même concentration d'oxygène que dans les gaz d'échappement. Pour assurer le réglage à la valeur $\lambda = 1$ dans la fente de diffusion, la cellule de concentration Nernst compare les gaz d'échappement contenus dans la fente de diffusion avec l'air ambiant présent dans le conduit d'air de référence.

⚠ Il est primordial pour que l'air ambiant puisse parvenir dans le conduit d'air de référence que la connexion électrique de la sonde Lambda reste propre et donc exempte de saletés. Il convient pour cette raison de veiller à ce qu'aucun produit n'entre en contact avec le connecteur (produit de lavage, produit de conservation, etc.). ◀



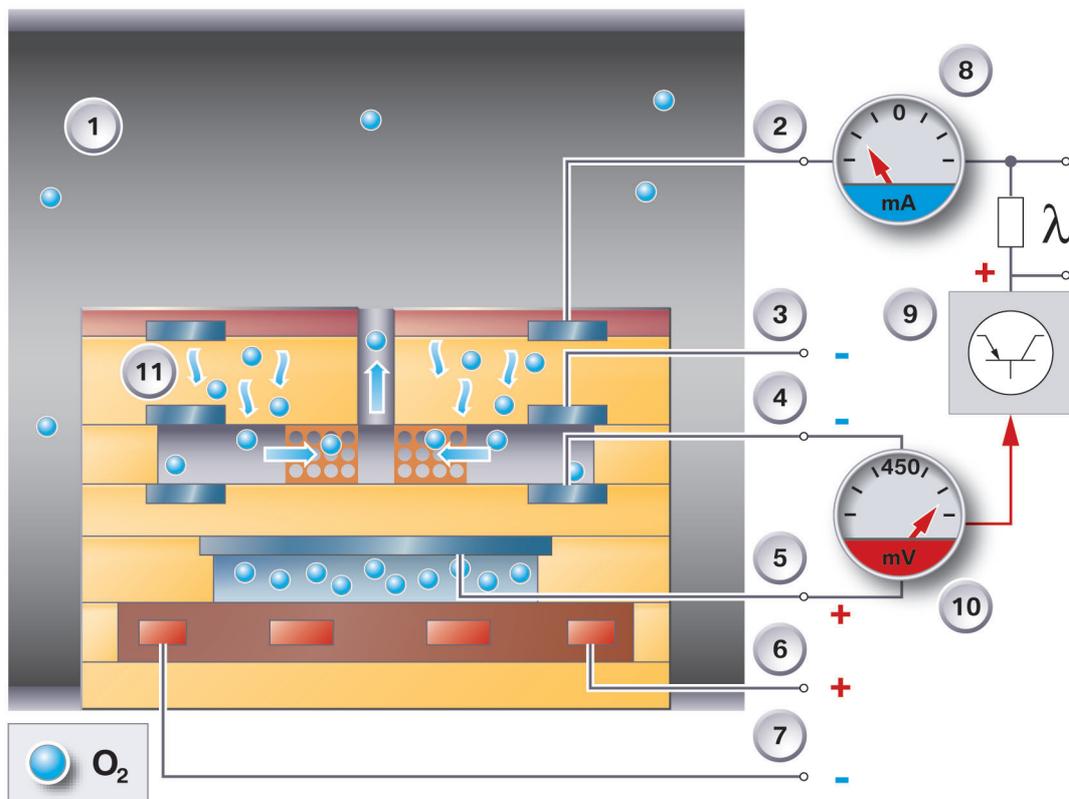
T006-2567

111 - Sonde Lambda à large bande en cas de mélange pauvre

Index	Explication	Index	Explication
1	Tuyau d'échappement	7	Borne moins du chauffage de la sonde Lambda
2	Borne plus de la cellule de pompage d'oxygène (électrode extérieure)	8	Courant de pompage en mA (rouge = plus)
3	Borne moins de la cellule de pompage d'oxygène (électrode intérieure)	9	Circuit de traitement
4	Borne moins de la cellule de référence (électrode extérieure)	10	Tension de référence en V (< 450 mV = bleu)
5	Borne plus de la cellule de référence (électrode intérieure)	11	Flux d'ions d'oxygène dû au courant de pompage
6	Borne plus du chauffage de la sonde Lambda	O ₂	Ions d'oxygène

L'application d'une tension de pompage entre les électrodes extérieure (2) et intérieure (3) de la cellule de pompage d'oxygène permet à l'oxygène contenu dans les gaz d'échappement de traverser la barrière de diffusion poreuse et de pénétrer dans la fente de diffusion et d'en sortir. Un circuit électronique de traitement (9) du boîtier DDE régule, à l'aide de la cellule de concentration Nernst, la tension appliquée à la cellule de pompage de telle sorte que la composition des gaz d'échappement dans la fente de diffusion reste en permanence sur la valeur $\lambda = 1$. Dans le cas de gaz d'échappement pauvres, la cellule de pompage prélève des

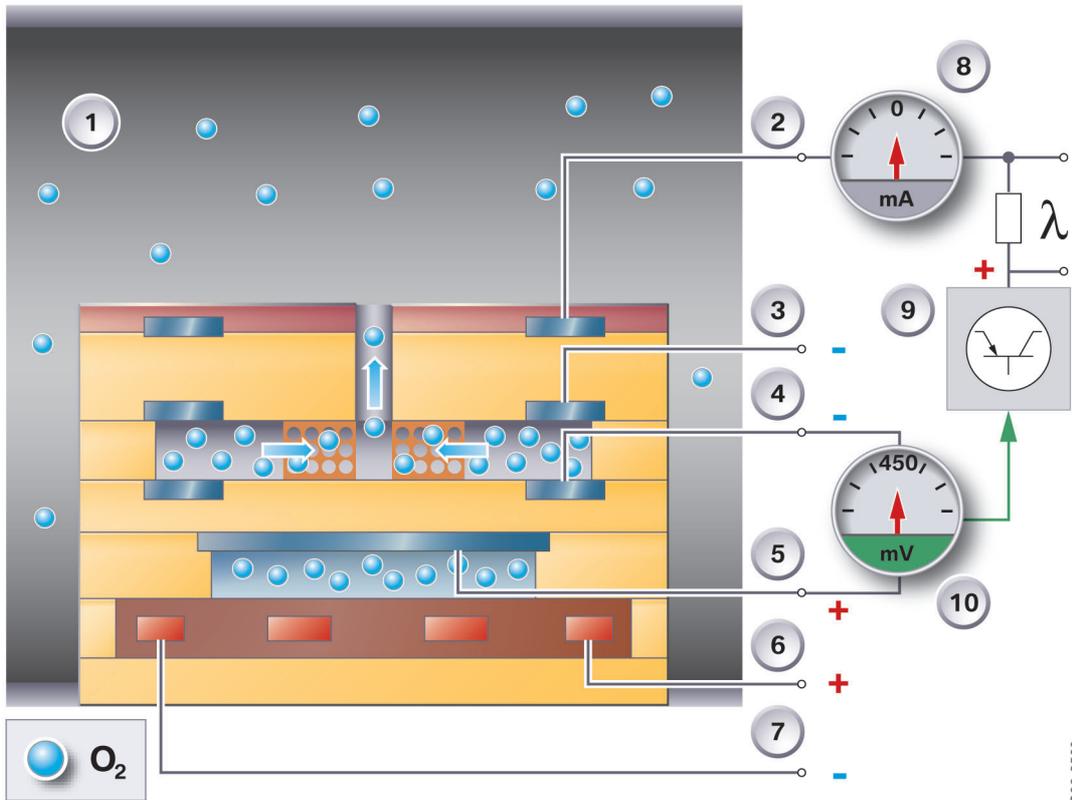
ions oxygène de la fente de diffusion. Dans le cas de gaz d'échappement riches, des ions oxygène (issus de la décomposition catalytique de CO₂ et de H₂O au niveau de l'électrode positive de la cellule de pompage) sont prélevés des gaz d'échappement et transportés dans la fente de diffusion. Quand $\lambda = 1$, il n'y a aucun transport d'ions oxygène. Le courant de pompage est nul. Le courant de pompage est proportionnel à la concentration d'oxygène dans les gaz d'échappement et est donc représentatif du rapport air/carburant λ .



112 - Sonde Lambda à large bande en cas de mélange riche

T006-2561

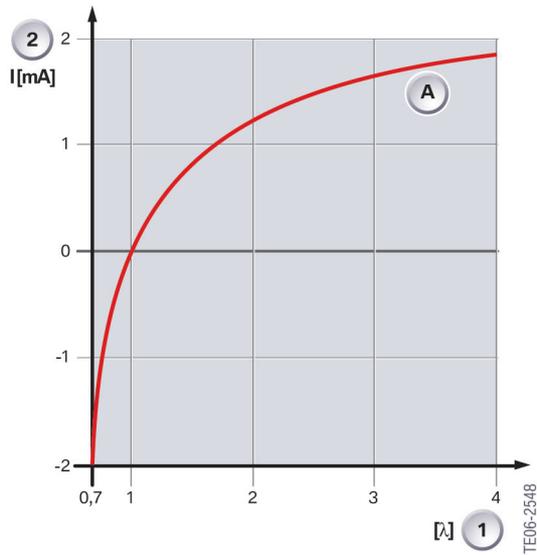
Index	Explication	Index	Explication
1	Tuyau d'échappement	7	Borne moins du chauffage de la sonde Lambda
2	Borne plus de la cellule de pompage d'oxygène (électrode extérieure)	8	Courant de pompage en mA (bleu = moins)
3	Borne moins de la cellule de pompage d'oxygène (électrode extérieure)	9	Circuit de traitement
4	Borne moins de la cellule de référence (électrode extérieure)	10	Tension de référence en V (> 450 mV = rouge)
5	Borne plus de la cellule de référence (électrode intérieure)	11	Flux d'ions d'oxygène dû au courant de pompage
6	Borne plus du chauffage de la sonde Lambda	O ₂	Ions d'oxygène



113 - Sonde Lambda à large bande quand $\lambda = 1$

Index	Explication	Index	Explication
1	Tuyau d'échappement	7	Borne moins du chauffage de la sonde Lambda
2	Borne plus de la cellule de pompage d'oxygène (électrode extérieure)	8	Courant de pompage en mA (gris = nul)
3	Borne moins de la cellule de pompage d'oxygène (électrode extérieure)	9	Circuit de traitement
4	Borne moins de la cellule de référence (électrode extérieure)	10	Tension de référence en V (450 mV = vert)
5	Borne plus de la cellule de référence (électrode intérieure)	11	Flux d'ions d'oxygène dû au courant de pompage
6	Borne plus du chauffage de la sonde Lambda	O ₂	ions d'oxygène

Le diagramme qui suit montre l'évolution du courant de pompage en fonction du rapport air/carburant λ .



Index	Explication
A	Courbe caractéristique
1	Rapport air/carburant λ
2	Courant de pompage

114 - Diagramme courant de pompage / rapport air/carburant