

Séquence n°17

Capteurs électrochimiques

Fiches de synthèse liées à cette séquence :

► SEQUENCE 17 : Capteurs électrochimiques

ACTIVITÉ 4 : Sonde lambda

La sonde à hydrogène, ou sonde lambda, est un capteur mis au point par Bosch et fabriqué en série depuis 1976. Elle équipe actuellement la totalité des automobiles mises sur le marché.

Associée au pot catalytique, elle permet de réduire la consommation en carburant et de limiter les émissions de substances nocives.

Document 1 : Nécessité d'une sonde lambda

Le rôle essentiel de cette sonde est de faire en sorte que le mélange air/essence soit le plus parfait possible en termes de combustion. Le but est donc d'atteindre le rapport idéal du mélange air/essence pour assurer une combustion parfaite du carburant (l'essence) par son comburant (le dioxygène de l'air).

Le rapport idéal du mélange air/essence est de 15 grammes d'air pour 1 gramme d'essence. Il est dit "stœchiométrique".

Il assure la parfaite combustion du carburant.

Pour étudier la richesse du mélange « carburant- air » admis dans un cylindre d'un moteur on définit un coefficient noté λ appelé coefficient d'air :

- Si $\lambda < 1$, on dit que le mélange est riche.
- Si $\lambda > 1$, on dit que le mélange est pauvre.

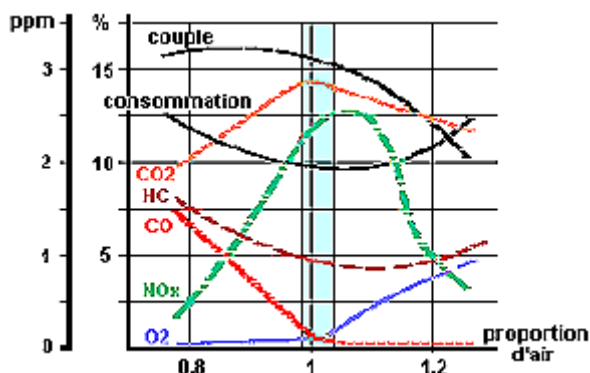
Extrait de : <http://www.guzzitek.org>

Document 2 : Composition des gaz d'échappement

La proportion du mélange air/essence a une grande influence sur la formation des trois composants nocifs principaux, le monoxyde de carbone CO, les hydrocarbures non brûlés HC et les oxydes d'azote NO_x.

La figure suivante montre l'étroitesse de la zone utilisable et la difficulté du problème des gaz d'échappement et illustre l'influence de la composition du mélange sur les gaz d'échappement (CO, CO₂, HC et NO_x), la consommation d'essence et le couple lors d'une charge partielle (régime moyen et remplissage du cylindre constants). Il est possible d'arriver à avoir de bonnes valeurs de gaz d'échappement uniquement dans une plage étroite de part et d'autre de lambda égal à 1.

Consommation et composition des gaz d'échappement en fonction de la proportion d'air dans le mélange



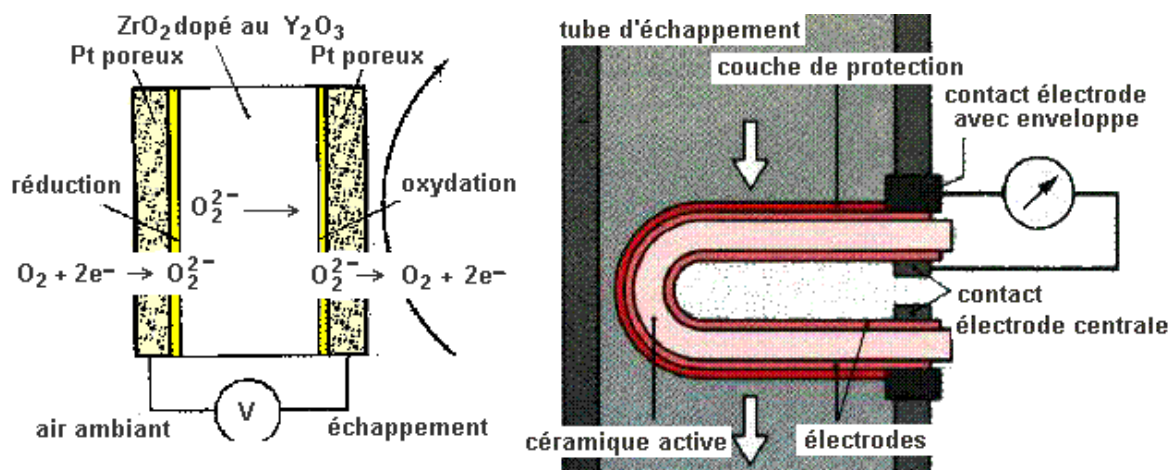
Extrait de : <http://philippe.boursin.perso.sfr.fr/pdgdia9.htm>

Le signal produit par la sonde lambda est envoyé au calculateur de contrôle du moteur. Celui-ci ajuste la quantité de carburant injectée dans le moteur.

Document 3 : Fonctionnement de la sonde lambda

La sonde lambda est constituée d'un tube en céramique poreuse (dioxyde de zirconium) jouant le rôle d'électrolyte solide. Le tube est recouvert d'une couche de platine : la face externe du tube est en contact avec les gaz d'échappement et joue le rôle d'une première électrode ; la face interne du tube est en contact avec l'air extérieur et joue le rôle d'une deuxième électrode.

La sonde compare la teneur en oxygène entre l'intérieur et l'extérieur du pot d'échappement.

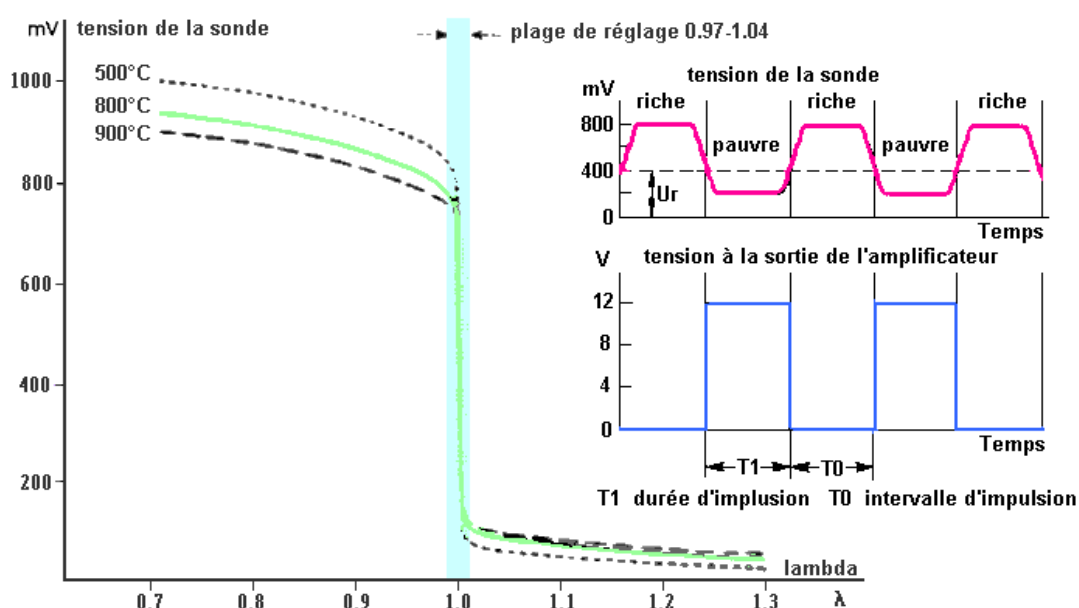


Source : <http://philippe.boursin.perso.sfr.fr/pdgdiag9.htm>

Schéma de fonctionnement de la sonde lambda

Dans le cas où le mélange est riche ($\lambda < 1$), il n'y a plus d'oxygène dans les gaz d'échappement ; seul l'oxygène de l'air extérieur traverse l'électrolyte poreux, créant une grande différence de potentiel entre les deux électrodes.

Dans le cas où le mélange est pauvre ($\lambda > 1$), il y a de l'oxygène dans les gaz d'échappement. L'oxygène des gaz d'échappement et l'oxygène de l'air traversent tous les deux l'électrolyte, il en résulte une faible différence de potentiel entre les deux électrodes.



Source : <http://philippe.boursin.perso.sfr.fr/pdgdiag9.htm>

Tension aux bornes de la sonde en fonction du coefficient lambda

1. Donner les avantages, notamment en termes de chimie verte et de développement durable, de la mise en place d'une sonde lambda à la sortie des moteurs des voitures.

Un des principaux constituants du gasoil a pour formule brute $C_{16}H_{34}$.

2. Ecrire l'équation de la réaction de combustion complète de cet hydrocarbure.
3. Quelles sont les particularités du mélange 1/15 ? Expliquer en particulier le terme « stœchiométrique ».
Ecrire la relation entre les quantités de matière d'hydrocarbure $C_{16}H_{34}$ et de dioxygène dans ce cas particulier.
4. Quelle est la grandeur d'entrée de la sonde lambda ? La grandeur de sortie ?
5. Rappeler de quels paramètres dépend le potentiel E d'une électrode.
6. Expliquer pourquoi on peut dire que la sonde lambda fonctionne comme une pile électrochimique (aussi appelée pile de concentrations).
7. On se place dans le cas où le mélange est riche.
 - Sur la figure du document 3, placer l'air extérieur et les gaz d'échappement.
 - Sur la figure du document 3, placer les pôles positif et négatif de la pile. Indiquer le sens de déplacement des électrons.