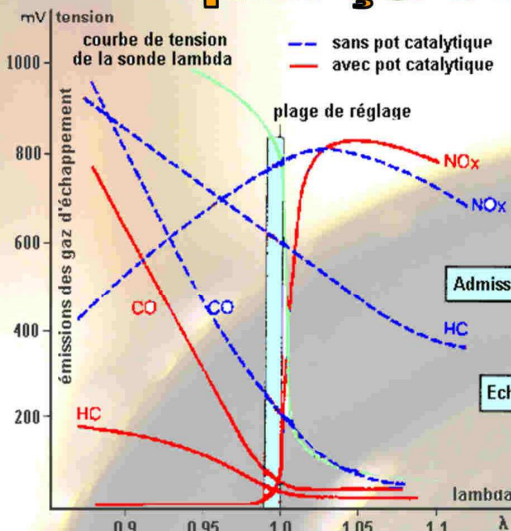


# LA SONDE LAMBDA LARGE BANDE \*

Vous est présentée par  
Clément Gerbaud & Alain Djurovic, 4e année FE  
Avec le soutien du  
Projet de Véhicule Énergétique des Élèves de L'ESTACA

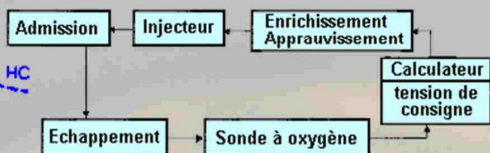


## A quoi ça sert?



La lambda définit la richesse d'un mélange carburant/comburant.

La « lambda » est un rapport entre le pouvoir comburivore d'un carburant et le rapport massique réel comburant sur carburant de la combustion.  
A lambda=1 la combustion se déroule donc dans les conditions stoechiométriques (14.7kg d'air pour 1kg d'essence).



⚠ Ce graphe utilise la définition anglaise de la lambda, la fraction inverse de la notre.

## Différents besoins de précision.

Via une boucle fermée avec le calculateur d'injection, on peut cibler une certaine valeur de lambda à l'échappement en fonction des caractéristiques moteur recherchées:

-lambda=1 pour la plupart des véhicules particuliers: bon compromis performances/consommation et dépollution optimale : permet l'utilisation d'un pot catalytique (efficace entre lambda= 0.97 et 1.03).

Dans ce cas une simple indication « riche ou pauvre » suffit, la richesse réelle oscille autour de 1, ce qui est bénéfique au catalyseur.

-lambda>1, riche, excès de carburant pour la recherche de puissance maximum en sport auto à environ lambda=1.1

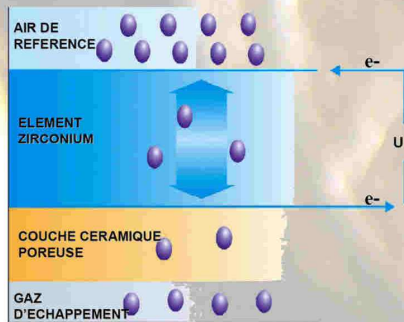
-lambda<1, pauvre, excès d'air pour la recherche de consommation minimum, par exemple pour le Shell Eco marathon, à environ lambda=0.9. Aussi dans le cas de moteur à injection directe essence.

Dans ces deux cas, plus orientés compétition, mais aussi en mise au point moteur, on a besoin d'une valeur précise de la richesse entre lambda=0.7 et 1.3. La sonde large bande a été conçue pour répondre à ces exigences.

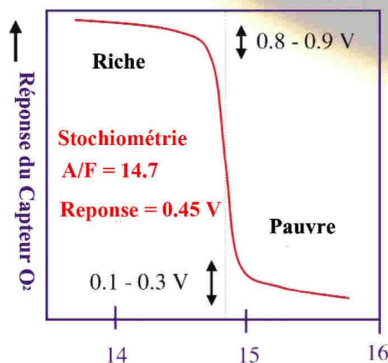
## Comment ça marche?

### L'élément de dioxyde de zirconium

La pièce maîtresse du dispositif est une bande de dioxyde de zirconium. Des électrodes sont imprimées de chaque côté de ce substrat. L'ensemble est protégé par une couche de céramique poreuse.  
A haute température (+ de 300°C) l'oxyde de zirconium est bon conducteur d'ions d'oxygène.  
Une différence de pression partielle d'oxygène entre les deux faces va créer une circulation d'ions oxygène à travers l'électrolyte solide, donc une circulation d'électrons entre les électrodes.

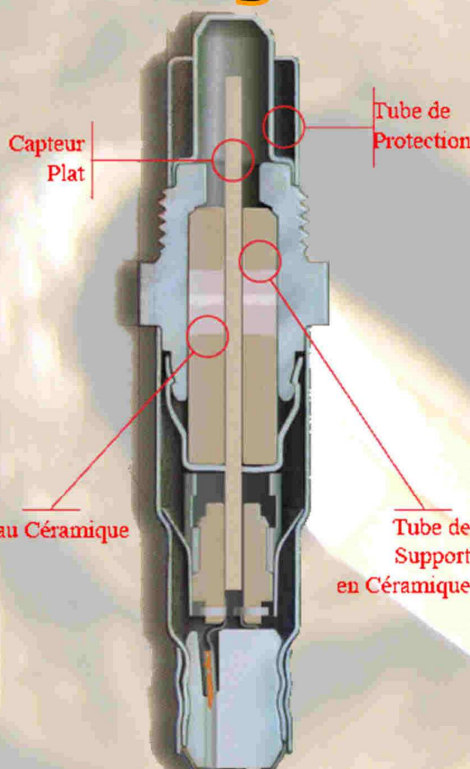


On a dans ce cas une cellule de détection (générateur) dont voici la réponse:



On observe un saut autour de la stoechiométrie: impossible de connaître avec précision la lambda sous 0.95 et au-delà de 1.05.

On peut aussi utiliser cet élément comme cellule de pompage d'oxygène (récepteur) en imposant une tensions à ses bornes.



### L'alliance d'une pompe et d'un détecteur à oxygène avec un contrôleur PID

La sonde fonctionne avec un contrôleur, qui peut aussi conditionner le signal de sortie.

Ce contrôleur prend l'aspect d'un boîtier de la taille d'un paquet de cigarettes.  
Il assure aussi le contrôle de la chauffe de la sonde, qui doit être maintenue à 800°C pour avoir des résultats stables et reproductibles.  
Le conditionneur comprend généralement une sortie 0-1V, une autre 0-5V et parfois une digitale (port série PC).

Le contrôleur Proportionnel Intégral Dérivé a pour consigne d'obtenir  $V_s = V_o$ , et va activer la pompe en conséquence.  
L'intensité  $I_p$  dans la pompe est directement proportionnelle à la richesse.

Avec:  
 $V_s$ : tension donnée par la cellule de détection.  
 $V_o$ : tension consigne correspondant à lambda=1.  
 $I_p$ : courant dans la cellule pompe.

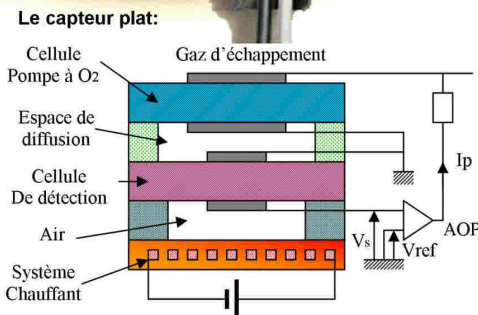
**Le mélange est pauvre:  $V_s < V_{ref}$ ,  $I_p > 0$**   
Le capteur impose un courant  $I_p$  positif à la pompe pour faire sortir de l'oxygène de l'espace de diffusion.  
Ce courant  $I_p$  est limité par la concentration en oxygène dans l'espace de diffusion. Il est donc proportionnel à l'excès d'air.

**Le mélange est stoechiométrique:  $V_s = V_{ref}$ ,  $I_p = 0$**   
Tout est à l'équilibre, aucun besoin de correction. La pompe ne fonctionne pas.

**Le mélange est riche:  $V_s > V_{ref}$ ,  $I_p < 0$**   
Il n'y a pas d'oxygène dans les gaz d'échappement.  
Du CO<sub>2</sub>, lui présent en grande quantité se décompose sur l'électrode extérieure de la pompe en O<sub>2</sub>+C. L'oxygène créé est aussi tôt pompé vers l'espace de diffusion où il réagit avec les HC, H et CO présents.  
Le courant  $I_p$  est limité par la concentration de ces derniers éléments: si trop d'O<sub>2</sub> traverse la pompe le capteur verra un excès d'air (donc un mélange pauvre) et inversera le courant.  
Le courant est donc proportionnel à l'excès de carburant.

#### Quelques données sur la sonde LSU 4 de BOSCH:

- Temps de chauffe électrique: 20s (pour arriver à 800°C)
- Précision: +/- 0.7%
- Temps de réponse: <100ms
- Température maximale des gaz d'échappement: 1030°C
- Courant du système de chauffage: 1.2A sous 12V
- Durée de vie: 80000km pour de l'essence sans plomb
- Montage: filetage M18x1.5



L'espace de diffusion est alimenté en gaz d'échappement via une ouverture.

