

# MODE D'EMPLOI

CarboProbe HT

CarboProbe DS

**ECONOX SA**

Rue de l'église 25  
2942 Alle – Switzerland  
T: ++41 32 465 10 00  
F: ++41 32 465 10 01

[www.econox.ch](http://www.econox.ch)  
[info@econox.ch](mailto:info@econox.ch)

Les informations fournies dans ce document sont données à titre d'information. Ce manuel ne peut en aucun cas être reproduit, dissocié ou distribué à des tiers sans l'autorisation d' ECONOX SA.

# TABLE DES MATIERES

1.	Principe de fonctionnement.....	3
	Généralités .....	3
2.	Spécifications.....	5
3.	Installation du capteur .....	6
4.	Air de référence .....	7
5.	Construction .....	8
6.	Applications .....	9
7.	Entretien .....	9
	Impédance de la sonde.....	9
	Réponse à l'air de référence .....	9
8.	Réparation de la sonde.....	10

## 1. Principe de fonctionnement

Les sondes à oxygène ECONOX *CarboProbe* ont pour fonction de mesurer et de réguler les atmosphères des traitements thermiques.

### Généralités

ECONOX utilise deux différents types d'électrolytes en  $ZrO_2$  (oxyde de zirconium) pour ses sondes à oxygène

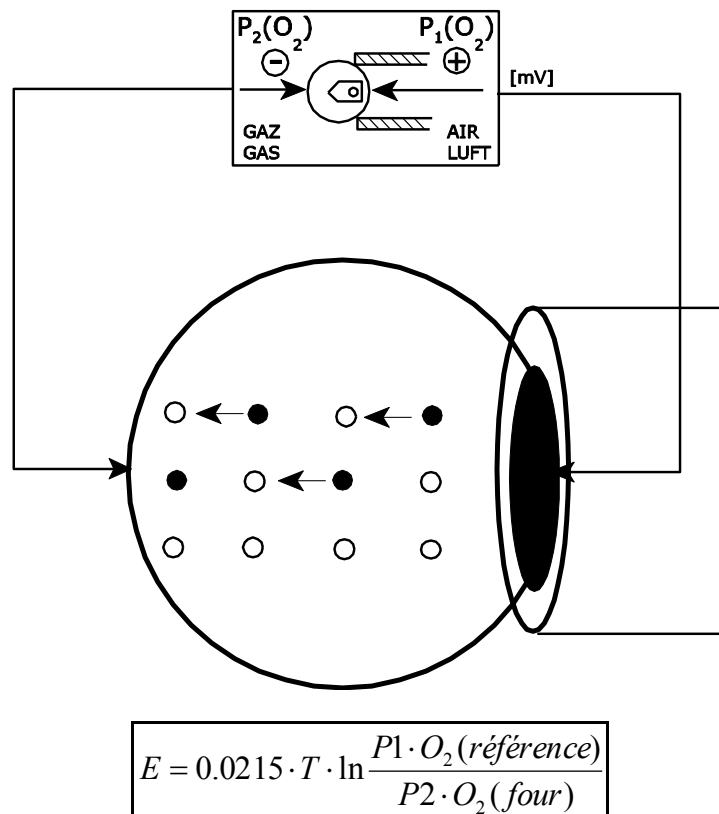
1. Une bille en  $ZrO_2$ , système breveté ECONOX, qui ne peut être obtenu que par le biais d'ECONOX. Cette bille est utilisée sur la sonde *CarboProbe ZI pro*.

2. L'électrolyte  $ZrO_2$  C-700.

Ce dernier est utilisé sur les sondes *CarboProbe ZS, HT et DS*.

Ces éléments de mesure en oxyde de zirconium ( $ZrO_2$ ) placée à température de travail et séparant deux milieux gazeux de pression partielle d'oxygène ( $pO_2$ ) différent, se comportent comme des piles électrochimiques par le transfert des ions oxygènes. Aux bornes des deux électrodes placées sur la bille, la valeur de la tension délivrée est liée à la température absolue et à la différence des pressions partielles d'oxygène, selon l'équation de Nernst.

Le schéma ci-dessous représente le fonctionnement de la bille  $ZrO_2$  ; le principe est identique pour l'électrolyte  $ZrO_2$  C-700.



E = tension [mV] aux bornes  
 T = température [°K] dans le four  
 P1O2 = pression partielle d'oxygène de l'air ambiant (20.9%)  
 P2O2 = pression partielle d'oxygène de l'atmosphère dans le four

L'élément de mesure de la sonde à oxygène est une céramique composée d'oxyde de zirconium dopé à l'yttrium. Celle-ci présente des défauts du réseau cristallin. Une grande partie des sites du réseau qui pourraient être occupés par des ions d'oxygène sont lacunaires.

La propriété de cette céramique est de permettre le déplacement des ions oxygène à une température supérieure à 700°C. A partir de cette température, la zircone devient conductrice, non pas par déplacement d'électrons, mais par le mouvement de ions oxygène. La tension ainsi générée exprime un rapport entre la différence relative des concentrations d'oxygène (air ambiant et atmosphère du four) et la température de la sonde.

Cette tension est exprimée par l'équation suivante :

$$E = 0.0215 \cdot T \cdot \ln \frac{P1 \cdot O_2(\text{référence})}{P2 \cdot O_2(\text{four})}$$

En interprétant, par la formule de NERNST, la tension mesurée à la sortie de la sonde, on peut lire instantanément, avec précision, la concentration d'oxygène de l'atmosphère du four. En connaissant la concentration d'oxygène, la teneur en CO et la température il est possible de déterminer le potentiel carbone par des rapports stœchiométriques fixes qui existent entre les concentrations O<sub>2</sub> – CO – CO<sub>2</sub>. De cette manière, les mV mesurés à la sortie de la sonde sont fonction du potentiel carbone pour une température et un taux de CO donné.

La tension de la sonde dépend uniquement de la composition du gaz et de la température.

Le potentiel carbone est ensuite calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\%C = F(E[mV] \cdot \text{température}[^{\circ}C] \cdot P_{CO})$$

## 2. Spécifications

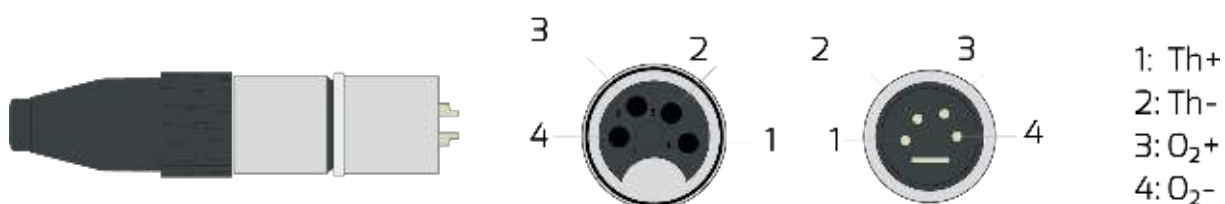
La sonde d'oxygène de type HT, DS, basée sur le capteur d'oxygène au  $ZrO_2$ , est une sonde d'oxygène robuste, à vocation industrielle. Elle convient aux mesures de concentration en oxygène à des températures comprises entre 700 et 1700°C. La sonde CarboProbe HT, DS a une précision suffisante pour une utilisation en laboratoire, mais est assez robuste pour un usage industriel.

<b>Sortie</b>	Signal DC de l'ordre du millivolt, selon l'équation de Nernst.
<b>Lecture</b>	Les sondes à oxygènes devraient être utilisées avec des appareils de control ayant une impédance d'entrée de 10 mégohms ou plus.
<b>Profondeur d'insertion</b>	10 cm minimum
<b>Temps de réponse</b>	Moins d'une seconde
<b>Air de référence</b>	Air standard, propre et sec, avec un débit de 0,5 à 1 l/h.
<b>Gamme de température</b>	700°C à 1700°C
<b>Thermocouple</b>	Types R
<b>Choc thermique et mécanique</b>	Les capteurs <i>CarboProbe HT, DS</i> doivent être amenés à température progressivement (délai de 10 minutes).

### Connexions électriques

Les connexions électriques sont les suivantes :

BROCHES 1 – 2 : Thermocouple  
BROCHES 3 – 4 : Capteur d'oxygène



### 3. Installation du capteur

Tous nos capteurs d'oxygène sont testés après assemblage. Aucun décalage n'est pré-réglé lorsque les capteurs sont expédiés.

Consignes à observer lors de l'installation d'un capteur :

1. Le capteur ne doit jamais empêcher de charger le four.
2. Si le capteur est installé trop près des éléments de chauffage ou de la porte du four, la température ne pourra pas être mesurée correctement. Il convient d'éviter toute différence de température entre le capteur et les thermocouples de régulation.
3. Evitez les chocs thermiques et mécaniques lors de la mise en place du capteur, ou durant le cycle de traitement thermique (ils détériorent l'élément de mesure en oxyde de zirconium).
4. La température de l'élément de mesure doit être comprise entre 700 et 1700°C
5. Le capteur est livré avec un raccord 3/4". Lors de son implantation dans le four, assurez-vous que la température au cœur du capteur ne dépasse pas 60 °C.
6. Le connecteur reliant le capteur au four doit être étanche à l'air. Si nécessaire, vérifiez son étanchéité à l'aide d'un briquet : En déplaçant la flamme autour du connecteur, cette dernière ne doit pas être ravivée.
7. La sonde *CarboProbe HT, DS* doit être amenée à température graduellement, sinon, l'élément de mesure pourrait être irrémédiablement endommagé. Pour éviter ce problème, le capteur doit être introduit lentement lorsque le four est à température. **Le capteur doit être inséré progressivement, sur une durée totale de 10 minutes.**
8. Installez la sonde n'importe où dans le four ou le fourneau, là où une sonde à thermocouple pourrait être installée. Si la sonde est utilisée à des températures dépassant les 1100 °C, elle doit pendre verticalement, afin d'éviter les courbures dues à un fluage à haute température. La sonde mesurera la concentration en oxygène à son extrémité, à condition que la température de fonctionnement soit comprise entre 700 et 1700°C.

## 4. Air de référence

La sonde nécessite un air de référence propre et sec. Les passages d'air à l'intérieur de la sonde vers l'élément de mesure en oxyde de zirconium sont très minces et peuvent être bloqués par de la poussière ou des impuretés. Certaines impuretés, comme la vapeur d'eau, les vapeurs d'huiles, les poussières rencontrées dans l'atmosphère d'un atelier de traitement thermique peuvent, à plus ou moins long terme, polluer l'élément de mesure et perturber les résultats de la sonde à oxygène. De même, certains organes mécaniques de la sonde peuvent être endommagés par oxydation.

Un air de référence sain et de qualité constante est indispensable au bon fonctionnement de vos sondes à oxygène. **Un balayage régulier de l'électrolyte en  $ZrO_2$  avec l'air de référence est nécessaire pour garantir des mesures stables et correctes.**

Les hautes propriétés absorbantes du silicagel que nous vous conseillons, placé entre la source d'alimentation en air de référence et la sonde, vous garantiront la pureté de votre air de référence et un travail dans les meilleures conditions.

A sa livraison, le filtre silicagel est prêt à être monté sur les tuyaux qui alimentent l'air de référence de la sonde à oxygène.

- Les flèches sur les éléments de base indiquent le sens de passage de l'air.
- Il est recommandé de monter le filtre silicagel le plus prêt possible de la sonde à oxygène. Vous pouvez l'installer à la sortie du rack de régulation ou directement sur le four, à côté de la sonde.
- La température du filtre ne doit pas dépasser 50°C.
- Le filtre se monte sur un tuyau de 6/8mm de diamètre.

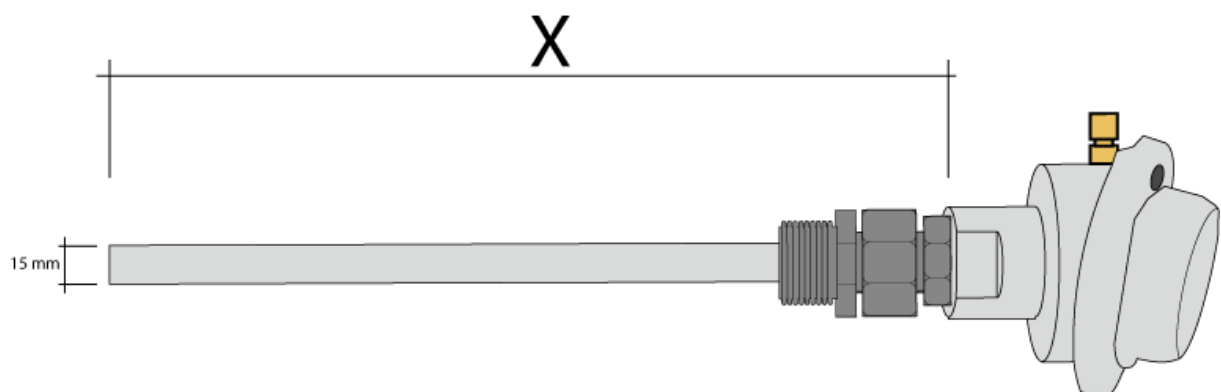


## 5. Construction

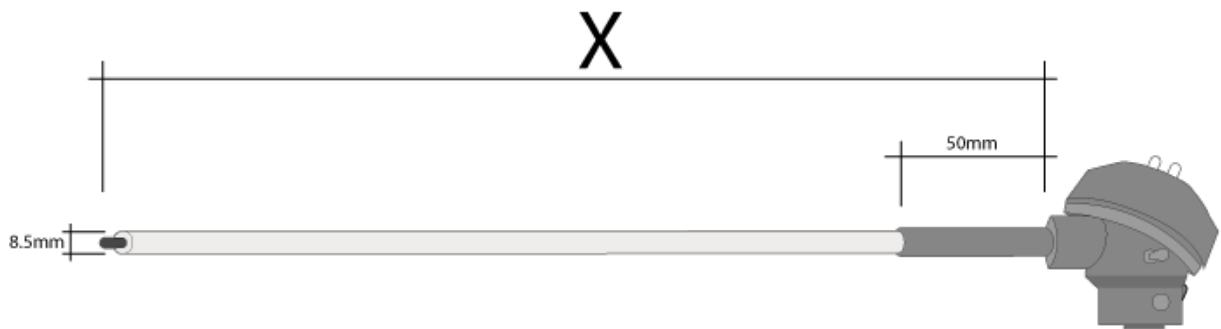
La sonde de type HT, DS est constituée d'un capteur d'oxygène au  $ZrO_2$  monté dans la tête d'un thermocouple industriel disposant de tous les raccordements, électriques et en air de référence. Les sondes sont normalement livrées avec un thermocouple intégré de type R.

Le capteur est protégé par une enveloppe en céramique d'alumine de 15 mm de diamètre extérieur (CarboProbe HT), ouverte à son extrémité pour permettre le libre accès au gaz à mesurer. L'ensemble du câblage ainsi que les électrodes sont en platine, pour une résistance exceptionnelle à la corrosion et à l'affaissement. Les sondes sont livrées avec une fiche 4 broches, prête à être connectée à tout câble 4 conducteurs approprié.

### CarboProbe HT



### CarboProbe DS





## 6. Applications

- Contrôle de la couleur de glaçure et de la cuisson des céramiques
- Contrôle de l'arrivée d'air dans les incinérateurs industriels
- Mesure du rapport carburant/air lors de combustions
- Recherche sur la combustion et la pyrolyse

## 7. Entretien

Certaines sondes ont, en option, un filtre constitué de fibres de céramique d'alumine, tassées à l'extrémité du tube céramique externe. Lorsque le filtre est obstrué, retirez-le et remplacez-le. Ne raclez pas et ne tirez pas sur l'extrémité du capteur. Aucun autre entretien périodique n'est nécessaire. Il n'y a pas de pièce à remplacer par l'utilisateur dans la sonde. Les sondes endommagées peuvent normalement être réparées dans nos ateliers.

Deux tests simples peuvent être effectués régulièrement pendant que la sonde est en service. Si la sonde échoue à l'un de ces deux tests, elle doit être remplacée.

### *Impédance de la sonde*

L'impédance d'une sonde augmente graduellement au cours de son utilisation. L'impédance d'une sonde neuve devrait être mesurée à la température normale d'utilisation, puis à intervalles réguliers, à cette même température. Si l'impédance change brusquement ou augmente jusqu'à 10 fois sa valeur initiale, la sonde peut présenter un problème. Notez que, normalement, la sonde dépend fortement de la température; ce test doit donc être réalisé à température constante.

### *Réponse à l'air de référence*

Pendant le fonctionnement de la sonde, coupez brusquement l'arrivée d'air de référence. Le signal de sortie de la sonde devrait progressivement chuter de quelques mV en une minute. S'il chute de plus de 25 mV au cours de la première minute, la sonde est probablement fêlée et pourrait donner de fausses indications.

## 8. Réparation de la sonde

Les sondes *CarboProbe* sont des instruments de mesure de haute technologie soumis à des conditions de travail pouvant être difficiles. La durée de vie d'une sonde dépend en grande partie des conditions dans lesquelles elle est utilisée. Si vous suspectez un mauvais fonctionnement de la sonde et si la rubrique dépannage ne vous a pas permis de résoudre le problème alors la sonde nécessite vraisemblablement une réparation.

Lorsque vous renvoyez une sonde pour réparation, emballer-la précieusement dans l'emballage d'origine, marquez le « Fragile Instrument » et retournez le tout à :

### **ECONOX**

Rue de l'église 25  
2942 Alle – Switzerland  
T: ++41 32 465 10 00  
F: ++41 32 465 10 01  
[www.econox.ch](http://www.econox.ch)  
[info@econox.ch](mailto:info@econox.ch)