

MODE D'EMPLOI

CarboProbe ZI Pro

CarboProbe ZS Standard

CarboProbe ZS Pro

ECONOX

Rue de l'église 25
2942 Alle – Switzerland
T: ++41 32 465 10 00
F: ++41 32 465 10 01
www.econox.ch
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 des sondes CarboProbe	5
3.	Mise en service de la sonde	6
4.	Air de référence	7
5.	Démarrage du four	8
6.	Atmosphère du four.....	8
7.	Maintenance	9
8.	Dépannage.....	10
	Introduction	10
	Vérification de l'impédance de la sonde	10
	Vérifiez l'air de référence et l'étanchéité.....	10
	<i>CarboProbe ZS pro et ZS standard</i>	10
	<i>CarboProbe ZI pro</i>	10
	Réactivation du filtre.....	10
	Vérifiez le thermocouple.....	11
	Vérifiez le signal oxygène.....	11
	Vérifiez l'efficacité d'une purge.....	11
9.	Réparation de la sonde	12

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

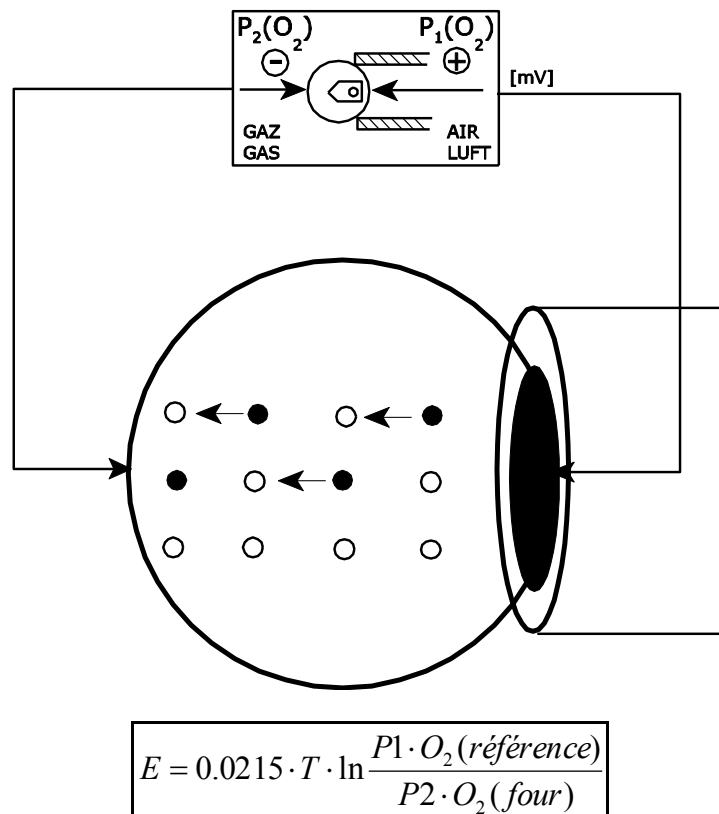
1. Une bille en ZrO_2 , système breveté ECONOX, qui ne peut être obtenu que par le biais d'ECONOX. Cette bille est utilisée sur la sonde *CarboProbe ZI pro*.

2. L'électrolyte ZrO_2 C-700.

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

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 O₂ – CO – CO₂. 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 :

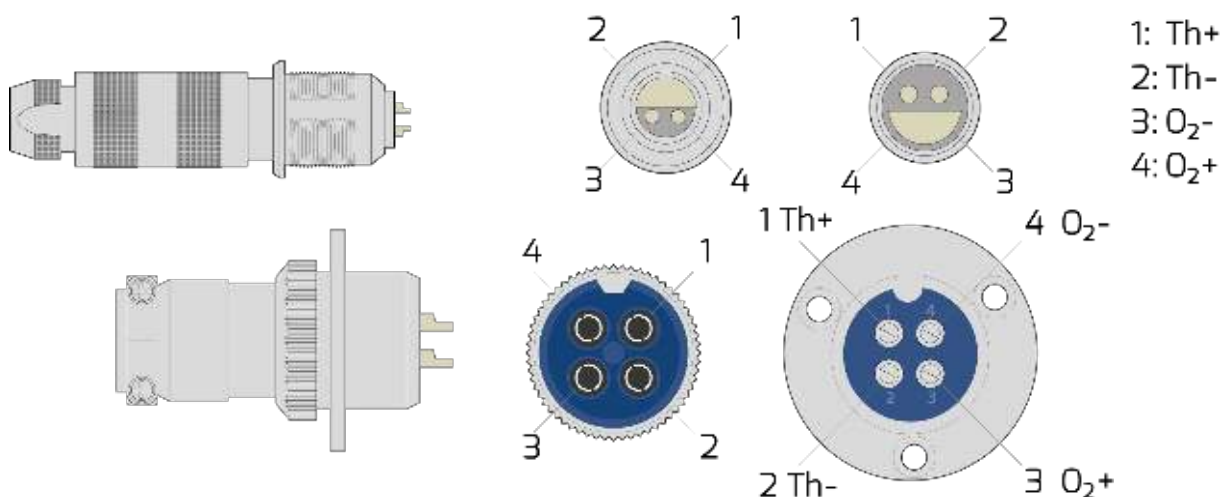
$$\%C = F(E[mV] \cdot \text{température}[^{\circ}C] \cdot P_{CO})$$

2. Spécifications des sondes CarboProbe

Sortie	0 à 1200 mV
Lecture	Les sondes à oxygènes devraient être utilisées avec des appareils de control ayant une impédance d'entrée de 10 mégohms ou plus.
Profondeur d'insertion	10 cm minimum
Précision	±0.05 %C
Temps de réponse	Moins d'une seconde
Air de référence	Air de référence propre et sec avec un débit de 30 à 50l/h pour les <i>CarboProbe ZI</i> et 0.5 - 1l/h pour les <i>CarboProbe ZS</i> et <i>HT</i> .
Air de nettoyage	Un débit de 150l/h devrait suffire, dans tous les cas, le flux d'air doit être assez rapide pour maintenir la valeur des mV de la sonde en dessous de 250mV durant 1 minute.
Electrode externe	Acier spécial résistant aux hautes températures
Gamme de température	700°C à 1150°C
Thermocouple	Types K, R et S ou sans thermocouple
Choc thermique et mécanique	Les sondes <i>CarboProbe ZS</i> doivent être amenées à température de façon graduelle (sur une période de 10 minutes). Cette précaution n'est pas valable pour les <i>CarboProbe ZI</i> dont la bille est très résistante aux chocs thermiques.

Connexions électriques

Les connexions électriques sont les suivantes :



3. Mise en service de la sonde

Toutes nos sondes à oxygène sont testées après assemblage. Lorsque les sondes sont expédiées, aucun offset n'est réglé.

Points à respecter lors de l'installation d'une sonde :

1. La sonde ne doit jamais gêner le chargement du four.
2. La sonde doit être placée le plus proche possible de la charge pour mesurer précisément la température et l'atmosphère qui ont une influence directe sur cette charge. Le fait de placer la sonde proche d'une turbine améliore les mesures.
3. Si la sonde est installée trop près des corps de chauffe ou de la porte du four, la mesure de température ne peut pas être réalisée correctement. Une différence de température entre la sonde et les thermocouples de régulation devrait être évitée.
4. Lors de l'installation de la sonde ou durant le cycle de traitement thermique, les chocs mécaniques et thermiques doivent être évités (détérioration de l'élément de mesure en oxyde de zirconium).
5. Aucune projection de méthanol ne doit avoir lieu sur la sonde à oxygène (choc thermique important). Les conséquences peuvent être des fissures, une détérioration de l'élément de mesure ou encore une déformation de l'électrode extérieure. Dans de tels cas, la durée de vie de la sonde peut être considérablement réduite. Si les projections de méthanol ne peuvent être évitées, considérez notre *CarboProbe ZI pro* avec céramique de protection extérieure.
6. La température de l'élément de mesure doit être comprise entre 700 et 1050°C (maximum 1700°C pour la *CarboProbe HT*).
7. La sonde est fournie avec un raccord de 1", 1 1/2" ou 1 1/4" dépendant de votre commande et du type de *CarboProbe*. En la montant sur le four, veillez à ce que la température du corps de sonde ne dépasse pas dépasser 60°C.
8. Le raccord qui connecte la sonde au four doit être étanche. Si nécessaire vous pouvez vérifier l'étanchéité à l'aide d'un briquet ; en le déplaçant autour du raccord, aucune flamme ne devrait jaillir du raccord.
9. Les sondes *CarboProbe ZS* doivent être amenées à température de façon graduelle, si tel n'est pas le cas certains dommages irréversibles peuvent survenir sur l'élément de mesure. Pour éviter ce problème il faut insérer la sonde lentement dans un four à température. **L'introduction de la sonde dans le four chaud doit se faire graduellement sur une période de 10 minutes.** Cette précaution n'est pas valable pour les *CarboProbe ZI* dont la bille est très résistante aux chocs thermiques.

4. Air de référence

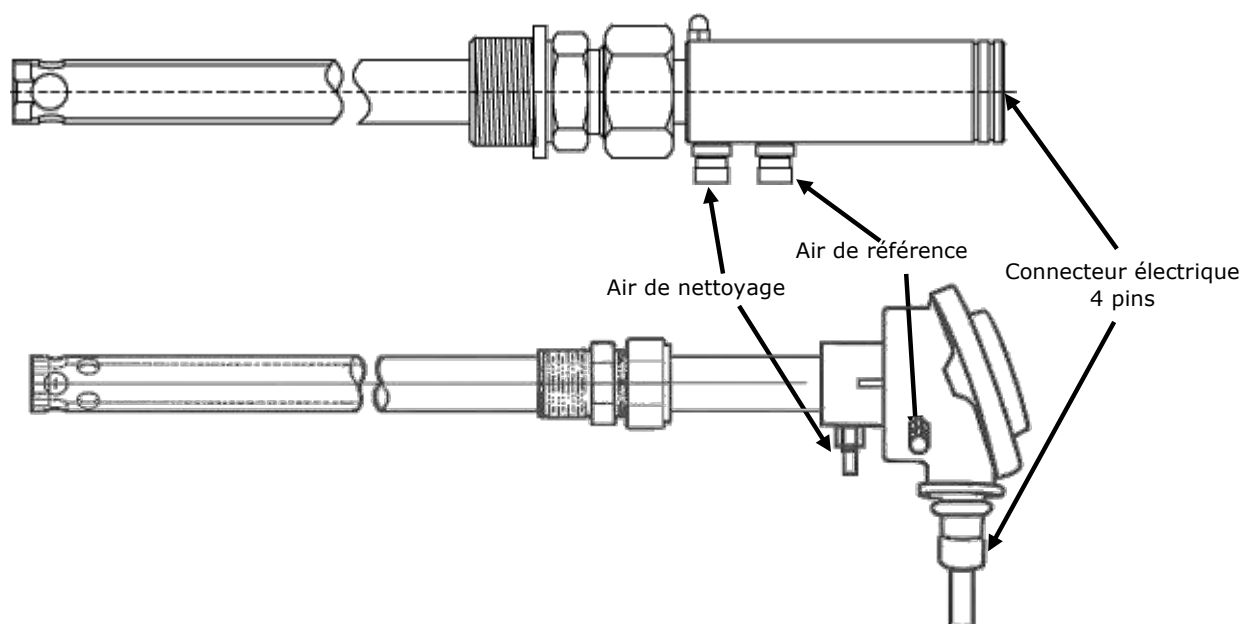
La sonde nécessite un air de référence propre et sec. Les passages d'air à l'intérieur de la sonde vers l'élément de mesure en oxyde de zirconium sont très minces et peuvent être bloqués par de la poussière ou des impuretés. Certaines impuretés, comme la vapeur d'eau, les vapeurs d'huiles, les poussières 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 près 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. Démarrage du four

Enclencher l'air de référence et connecter le à la sonde. Si la sonde est installée ou remplacée sur un four chaud, enclencher l'air de référence si tôt que vous le pouvez.

La sonde *CarboProbe ZI pro* est résistante aux chocs thermiques et peut de se fait être installée rapidement dans un four chaud. Pour les *CarboProbe ZS pro* et *CarboProbe ZS standard*, veuillez prendre la précaution d'introduire la sonde dans le four sur une période de **10 minutes** (seulement si le four est à haute température).

ATTENTION !

Lors de l'échange ou de l'enlèvement d'une sonde d'un four à température et sous gaz, veuillez respectez les consignes suivantes :

- Couper la turbine de brassage de l'atmosphère
- Eviter les entrées d'air dans le four. Suivant les gaz présents dans l'enceinte du four (hydrogène) une explosion peut se produire.
- Enlever la sonde délicatement en évitant les chocs mécaniques et thermiques (pour *CarboProbe ZS pro et standard*) et posez-la soit sur une brique soit sur une surface en béton.
- **NE JAMAIS FORCER LE REFROIDISSEMENT D'UNE SONDE**

Le changement de sonde devrait se faire lorsque le four n'est pas sous gaz dangereux.

6. Atmosphère du four

Les conditions de travail de la sonde (hautes températures) et l'atmosphère du four durant ce travail ont une influence directe sur la durée de vie de la sonde.

Les points suivants sont très importants et nécessitent toute votre attention afin de bénéficier d'une durée de vie accrue de la sonde.

1. Les pièces à traiter doivent être exemptes de graisse ou de composés à base de zinc.
2. Les résidus d'huile de trempe ou de sel de trempe doivent absolument être évités.
3. N'utiliser pas de panier à base de zinc pour contenir les petites pièces, le Zinc accélère la détérioration de l'élément de mesure des sondes à oxygène.
4. La durée de vie de la sonde peut aussi être réduite si le four travaille à la limite des suies durant une longue période et si ces dernières ne sont pas brûlées à intervalle régulier.
5. Le mercure et d'autres métaux lourds sont aussi néfastes pour l'élément de mesure de la sonde à oxygène, dans la mesure du possible il faut les éviter.

7. Maintenance

Les quelques étapes suivantes doivent être réalisées selon le planning proposé pour assurer un fonctionnement correct de la sonde et une longévité accrue. Reportez-vous au chapitre « 8. Dépannage » pour de plus amples informations.

Description	Fréquence
Contrôler l'air de référence de la sonde ainsi que le débit - <i>CarboProbe ZS pro standard</i> : 0.5 - 1l/h - <i>CarboProbe ZI pro</i> : 30 - 50 l/h	1x par semaine
Contrôler l'état du filtre silicagel ainsi que la pureté de l'air de référence	2x par mois
Lancer un cycle de nettoyage et de brûlage des suies pour dégager l'élément de mesure de ses impuretés. - Débit de nettoyage : 150l/h - Turbine du four en arrêt	Toute les 4 heures
Si le brûlage des suies ne semble pas efficace, il faut démonter la sonde, la laisser refroidir et nettoyer la suie à l'air comprimé.	1x semaine
Contrôler le bon fonctionnement des machines à laver des pièces à traiter	2x par mois

8. Dépannage

Introduction

Lorsque l'on a des doutes sur le bon fonctionnement d'une sonde, quelques tests simples, en cours de fonctionnement, peuvent aider à diagnostiquer le problème. La plupart des régulateurs de potentiel carbone indiquent la température et le signal mV provenant de la sonde. Vérifiez à l'aide du régulateur si ces indications sont plausibles, afin d'établir si c'est la température qui est en question ou le signal mV.

Vérification de l'impédance de la sonde

Placez une résistance de 50kohm à travers les pins du signal mV (3 et 4). Le signal mV doit chuter, si la chute de ce signal est de moins de 20% de la valeur originelle, il n'y a pas de problèmes. Si par contre la chute du signal est de plus de 50% alors la sonde doit probablement être réparée, l'élément de mesure est vraisemblablement contaminé.

Vérifiez l'air de référence et l'étanchéité

Avant toutes choses débranchez l'alimentation en air de référence de la tête de sonde et vérifiez que l'air arrive. Rebranchez l'air de référence. Contrôlez si le tuyau d'arrivée d'air de référence est effectivement branché sur le raccord correspondant. Ensuite effectuez les procédures suivantes en fonction de votre type de sonde :

CarboProbe ZS pro et ZS standard

Pendant le fonctionnement de la sonde, coupez brusquement l'arrivée d'air de référence (en le pinçant avec votre doigt). Le signal de sortie de la sonde devrait progressivement chuter de quelques mV en une minute. Si le changement est de plus de 25 mV, la sonde est probablement fissurée et donne des indications fausses. Dans ce cas elle doit être réparée. Relâcher le tuyau, la tension affichée doit atteindre sa première valeur immédiatement.

CarboProbe ZI pro

Pendant le fonctionnement de la sonde, coupez brusquement l'arrivée d'air de référence (en le pinçant avec votre doigt). La valeur mV doit chuter lentement de 20 mV au maximum en 5 secondes ; relâcher le tuyau, la tension affichée doit atteindre sa première valeur immédiatement. Si la tension de la sonde chute brusquement, plus de 20 mV en 10 secondes, l'étanchéité de la sonde n'est plus satisfaisante. Dans ce cas la sonde doit être réparée.

Réactivation du filtre

Lorsque l'élément absorbant en silicagel (pépites bleues) arrive à saturation d'humidité, sa couleur passe alors au blanc rosé. Il est alors indispensable de réactiver le filtre; pour ce faire :

1. Dévisser la cuve dans le sens inverse des aiguilles d'une montre
2. Sortir le silicagel
3. Régénérer le silicagel par étuvage à une température d'environ 150°C durant 60 minutes
4. Nettoyer la cartouche du filtre à l'alcool et la cuve de plastique à l'eau savonneuse
5. Remonter le tout en veillant à ce que le joint torique d'étanchéité soit correctement remplacé et enduit d'un peu de graisse.

Vérifiez le thermocouple

Débranchez le câble de liaison et utilisez un mV-mètre pour vérifier le signal de sortie du thermocouple. Partez depuis le régulateur et revenez progressivement vers les bornes de la sonde, puis vers les fils du thermocouple à l'intérieur de la tête de sonde. Effectuez plusieurs mesures le long du chemin afin de localiser le défaut. Si le défaut du thermocouple se situe à l'intérieur de la sonde, cette dernière doit être réparée.

Sur demande ECONOX peut aussi vous fournir les tables de conversions entre millivolts et température pour les thermocouples de type S, R et K.

Vérifiez le signal oxygène

Si la sonde produit un signal oxygène mais que le signal vous paraît incorrect, effectuez les vérifications suivantes. Toutes ces vérifications peuvent être effectuées pendant que la sonde est dans le four. Ces vérifications ne constituent pas un étalonnage mais elles donnent une indication sur l'état de la sonde.

1. Mesurez le signal mV oxygène. Laissez le mV-mètre branché sur les bornes et court-circuitez (**20s maximum**) les broches mV oxygène de la sonde, puis enlevez le court-circuit. Le signal mV devrait réapparaître immédiatement (< 30s). S'il se rétablit lentement (> 3min.), c'est le signe que la sonde est défectueuse et devrait être remplacée.
2. Débranchez ensuite le câble de liaison et utilisez un mV-mètre pour vérifier le signal mV. Partez depuis le régulateur et revenez progressivement vers les bornes de la sonde. Effectuez plusieurs mesures le long du chemin afin de localiser le défaut. Si le défaut se situe à l'intérieur de la sonde, cette dernière doit être réparée.

Vérifiez l'efficacité d'une purge

Vérifiez le signal oxygène durant un cycle de purge (brûlage). Il n'est pas possible de donner une recommandation générale concernant les débits d'air de purge. Le paramètre crucial n'est pas la quantité d'air de nettoyage, mais la réponse à ce dernier. Le débit correct est celui nécessaire pour ramener le signal mV en dessous de 250 mV pendant une minute.

Le débit d'air de purge ne doit pas être tel qu'il entraîne des écarts de température excessifs. Le brûlage des suies doit être contrôlé avec un thermocouple pour éviter une surchauffe trop importante de l'élément de mesure. Il peut s'avérer nécessaire d'enlever la sonde du four et de nettoyer les résidus de suie avec de l'air comprimé (après que la sonde ait refroidi jusqu'à température ambiante).

Le brûlage total des suies est effectif lorsque la tension est proche de 0mV.

9. 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
info@econox.ch