

*Innovations technologiques  
pour le chauffage et le contrôle du procédé du four à verre*



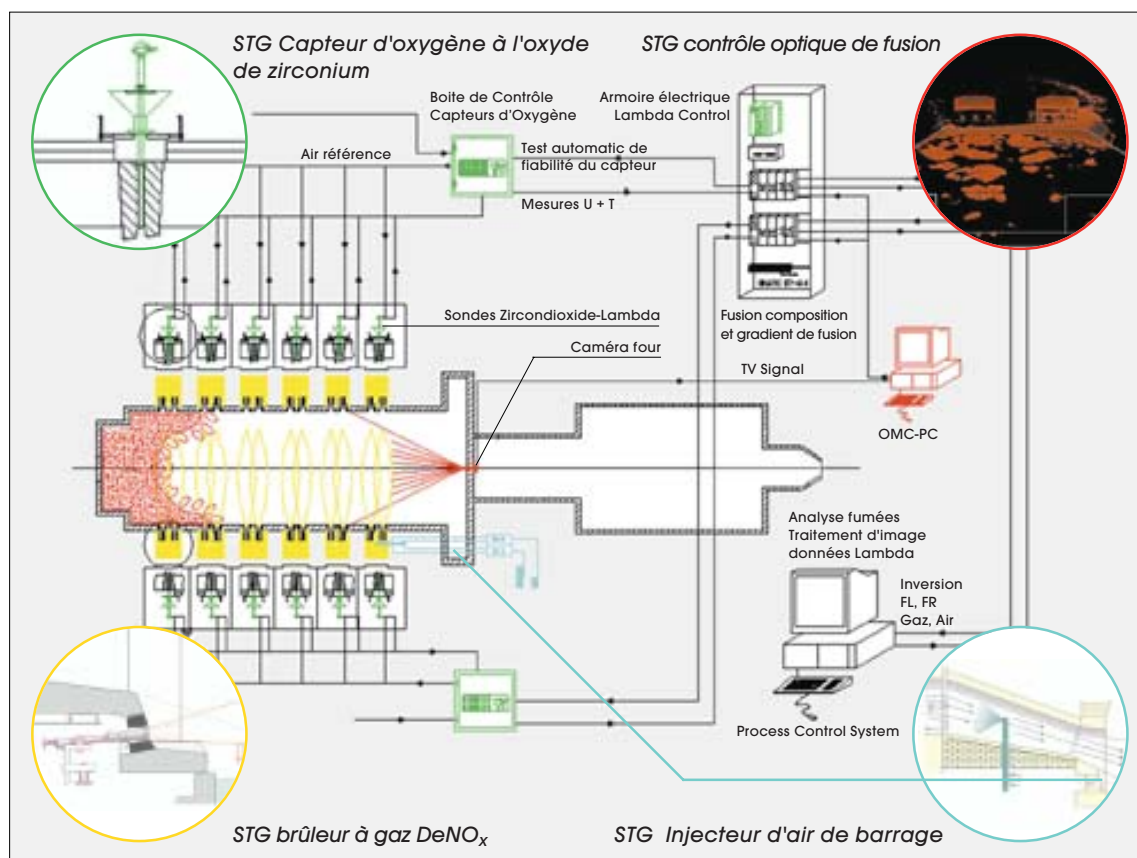
Software & Technologie Glas GmbH Cottbus

## STG Technologies DeNO<sub>x</sub> :

### Réduction de la consommation d'énergie et du taux de NO<sub>x</sub>

#### Applications

Verre d'emballage  
 Four frontal  
 Chauffage au gaz  
 Four transversal  
 OXY-fioul  
 Chauffage au fioul  
 Verre au plomb  
 Four à coke  
 Verre de restauration  
 Verre de téléviseur  
 Four à recuire  
 Verre flotté  
 Contrôle de l'excès d'air  
 Unité melter  
 DeNO<sub>x</sub> technologie  
 Régénérateur  
 Récupérateur  
 Mesure sous-stoechiométrique  
 Four à tunnel  
 Four à chariots  
 Four à aluminium  
 Production d'acier  
 Engrais  
 Usine thermique  
 Verre de cristal  
 Tubes de télé



DeNO<sub>x</sub>-technologie de STG vous aide à remplir les exigences de (TA-Luft) c'est à dire de la législation sur les rejets de gaz nocifs, ainsi que les demandes de réduction de CO<sub>2</sub>. DeNO<sub>x</sub>-technologie de STG lie la diminution de NO<sub>x</sub> à l'économie d'énergie consommée.

La diminution de NO<sub>x</sub> est financée par les économies d'énergie dès la première année.

Elle est basée sur deux constatations :

- Une meilleure transmission de l'énergie calorifique vers le verre en fusion et vers la composition diminue non seulement le taux de NO<sub>x</sub> mais encore la température du four et des gaz de combustion.
- Un contrôle minime de l'air de combustion par une régulation Lambda diminue l'air en excès et par conséquent diminue le taux NO<sub>x</sub> et le volume des gaz de combustion.

La part la plus importante de NO<sub>x</sub>, produite dans le four à verre, provient de zones très localisées, non contrôlées, de température et de concentration en N<sub>2</sub> et en O<sub>2</sub> très élevées. Non seulement ces deux facteurs ne sont pas nécessaires à la réalisation d'une bonne fusion, mais encore ils diminuent l'efficacité de la fusion et la durée de vie du bassin.

Partant de l'observation ci-dessus et avec l'aide d'une instrumentation développée au cours des années par l'analyse précise du processus de fusion à fin de réduire la consommation en énergie, STG a développé une technologie DeNO<sub>x</sub> pour réduire également le taux de NO<sub>x</sub> par une série de mesures primaires.

Ces mesures primaires permettent non seulement d'économiser de l'énergie et d'augmenter le rendement de la fusion, mais encore, d'une façon générale, elles permettent un bien meilleur contrôle technologique de la fusion.

Par l'emploi de la technologie STG, c à d de brûleurs DeNO<sub>x</sub> (pour fioul ou pour gaz), de sondes à oxygène à l'oxyde de zirconium, de systèmes d'automatisation avec régulation du facteur lambda, de buses d'air comprimé pour optimiser l'air de combustion dans chaque compartiment du régénérateur, afin de réduire le taux de NO<sub>x</sub> au niveau de chaque porte par une combustion optimale, STG est aujourd'hui en mesure de proposer des taux de NO<sub>x</sub> dans les effluves de 400 à 700 mg/Nm<sup>3</sup> (avec 8% O<sub>2</sub>).

Cette technologie originale est une alternative meilleure marché et plus efficace aux méthodes DeNO<sub>x</sub> classiques lourdes. Elle peut être combinée avanta-

geusement, si nécessaire, avec un petit filtre de dimensions beaucoup plus réduites.

Développée à l'origine pour les fours à feu transversal à brûleurs «under-port», cette technologie est désormais également disponible pour le même type de four à brûleurs «side-port» et pour les fours à feu frontal.

Combustible	Type de four	Position des brûleurs	Genre de verre	Objectifs réalisables NO <sub>x</sub>			Consommation d'énergie réduite	Effets secondaires
				(mg/Nm <sup>3</sup> ) ref. 8% O <sub>2</sub>	(ppm NO <sub>2</sub> ) ref. 15% O <sub>2</sub>	(lb/ton glass)		
Fioul	Flamme transversale	Under-port	Verre flotté/de téléviseur	600 - 800	135 - 180	3,2 - 5,5	2 - 4 %	Températures plus basses dans la voûte
				500 - 800	115 - 180	2,5 - 4,0		
	Flamme en U	Under-port	Verre d'emballage	500 - 700	115 - 155	1,7 - 3,5	2 - 4 %	
Gaz naturel	Flamme transversale	Under-port	Verre flotté/de téléviseur	500 - 800	115 - 180	2,6 - 5,5	4 - 6 %	et dans les régénérateurs
				500 - 800	115 - 180	2,0 - 4,5		
	Flamme transversale	Under-port	Verre d'emballage	600 - 1000	135 - 225	3,0 - 6,0	4 - 6 %	
				600 - 900	135 - 200	2,1 - 4,5		
	Flamme en U	Under-port	Verre d'emballage	400 - 600	90 - 135	1,6 - 2,8	4 - 10 %	

## Brûleurs DeNO<sub>x</sub> à gaz et au fioul de STG

### Brûleurs DeNO<sub>x</sub> à gaz de STG:

**Une combustion à turbulence réduite, permet une température de flamme plus basse avec peu de production de NO<sub>x</sub> et une diminution des pertes de cheminée.**

Qu'est-ce qui est meilleur qu'un simple tuyau? C'est un brûleur DeNO<sub>x</sub> à gaz de STG!

Ce brûleur est ajustable avec une grande précision et donne une flamme avec peu de turbulences et à basse température. Grâce à un double flux, la longueur de flamme ainsi que la vitesse de combustion sont ajustables. Quatre calibres sont disponibles et couvrent la plage de 50 à 750 Nm<sup>3</sup>/h.

Par craking des molécules de gaz, l'atmosphère autour des flammes devient réductrice, ce qui intensifie la transmission calorifique vers la fusion et vers la composition, les températures de flamme et de voûte sont abaissées de 50 K, le taux de NO<sub>x</sub> diminué, la température de cheminée est abaissée et les pertes sont donc moindres.

Conclusion: économie d'énergie et diminution d'émissions nuisibles sont intimement liées.

### Brûleurs DeNO<sub>x</sub> à fioul de STG:

**Diminution de NO<sub>x</sub> et économie d'énergie - Air de pulvérisation et cycle de maintenance**

La demande du marché de réduire le taux de NO<sub>x</sub>, a conduit les industriels à modifier les vieux brûleurs au fioul sur les fours à verre existants.

Après plusieurs années de développement intensif, STG est en mesure de proposer aujourd'hui des brûleurs au fioul à hautes performances et de maintenance simplifiée, bien supérieurs aux anciens.

Le nouveau brûleur, à débit exact et centré du fioul et du cône de pulvérisation, génère une dispersion pondérale minimale des gouttelettes, évite des températures de racine de flamme élevées source du taux de NO<sub>x</sub> élevés et permet ainsi une flamme sans turbulence, bien couvrante, à basse température et à production de NO<sub>x</sub> bien moindre.

Le brûleur a été testé pour pulvérisation par gaz ou par air. Comme effets secondaires de la diminution de NO<sub>x</sub>, il faut citer, outre l'économie d'énergie, une diminution importante de l'air de combustion et des cycles de maintenance réduits jusqu'à un an.

Brûleur DeNO<sub>x</sub> au fioul et au gaz de STG



Brûleur DeNO<sub>x</sub> au fioul de STG

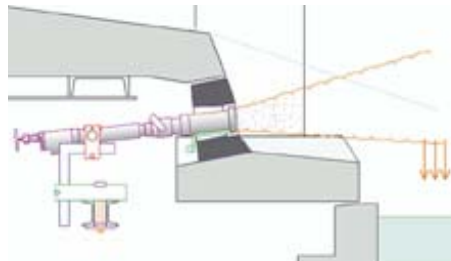


Brûleur DeNO<sub>x</sub> au fioul en action

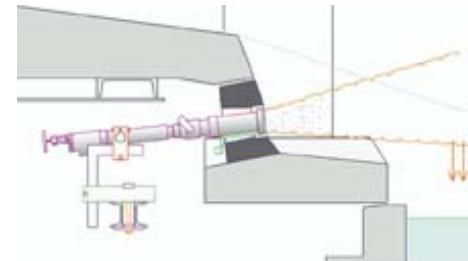


Brûleur à gaz DeNO<sub>x</sub> de STG: 4 calibres

	débit	capacité
Calibre 1	20 - 120 Nm <sup>3</sup> /h	0,2 - 1,4 MW
Calibre 2	50 - 250 Nm <sup>3</sup> /h	0,6 - 2,9 MW
Calibre 3	150 - 550 Nm <sup>3</sup> /h	1,8 - 6,4 MW
Calibre 4	300 - 750 Nm <sup>3</sup> /h	3,5 - 8,7 MW

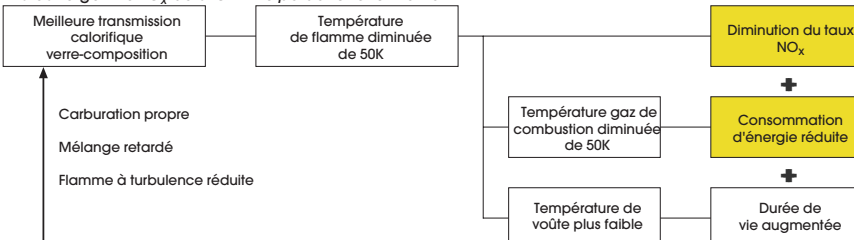


Brûleur à gaz DeNO<sub>x</sub> position basse de STG



Brûleur DeNO<sub>x</sub> au fioul de STG

### Brûleur à gaz DeNO<sub>x</sub> de STG: Principe de fonctionnement



Brûleur à fioul DeNO<sub>x</sub>: Répartition des gouttelettes suivant leur grosseur



## Sondes à oxygène et régulation lambda de STG

### Buse d'air comprimé réglable pour ajuster la répartition de l'air de combustion au niveau de chaque porte pour des régénérateurs non sectionnés de STG

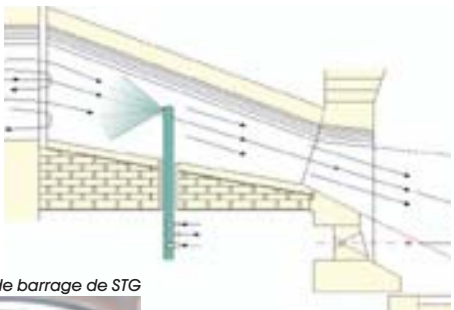
«La profondeur moyenne de l'étang n'était que de 1 mètre, et pourtant la vache s'est noyée» dit le proverbe.

Ainsi la régulation globale de l'air de combustion du four (égale au débit moyen de toutes les portes) par une seule vanne papillon n'est elle pas suffisante: le réglage optimale ne pouvant se faire qu'au niveau de chaque porte.

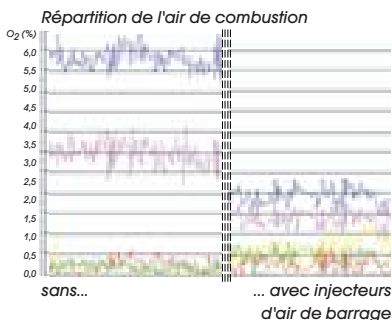
La technologie STG permet une répartition optimale de l'air de combustion au niveau de chaque porte, même si les chambres des régénérateurs ne sont pas séparées.

Ceci est obtenu par des buses d'injection d'air comprimé réglable, dans le sens inverse du flux d'air de combustion, au niveau de chaque porte, qui dévient le surplus d'air chaud d'une chambre vers une chambre alimentant des brûleurs ayant un manque d'air.

Cet artifice permet ainsi l'emploi de la régulation du facteur lambda (excès d'air) même sur les fours avec régénérateurs à chambres séparées.



Injecteur d'air de barrage de STG



Capteur lambda à l'oxyde de zirconium de STG



Sondes à oxygène en action



### Sonde à oxygène à l'oxyde de zirconium de STG

Plus la précision de la mesure d'oxygène dans les gaz de combustion augmente, plus la combustion peut être conduite plus près de son optimum technologique, sans qu'il ne soit nécessaire de rajouter de l'air en excès par mesure de précaution, augmentant ainsi la consommation d'énergie et l'émission de NO<sub>x</sub>.

Il y a 10 ans seulement, l'emploi des sondes à l'oxyde de zirconium, à cause de la durée de vie trop courte dans l'environnement très rude des fours à verre, était impensable comme grandeur de mesure pour toute régulation.

Aujourd'hui, cependant, les sondes de STG, grâce à un travail opiniâtre et une amélioration constante basée sur les observations et les propositions de son service de maintenance travaillant sur le site, sont devenues la référence dans l'industrie verrière européenne.

STG garantit une durée de vie de 1 an, des durées de vie de 3 à 4 ans sont atteintes régulièrement, les meilleures atteignent 8 ans.

De nombreux fours à verre sont équipés aujourd'hui de sondes de STG, avec régulation du «facteur lambda» (excès d'air), économisant ainsi de l'énergie et réduisant l'émission de gaz nocifs.

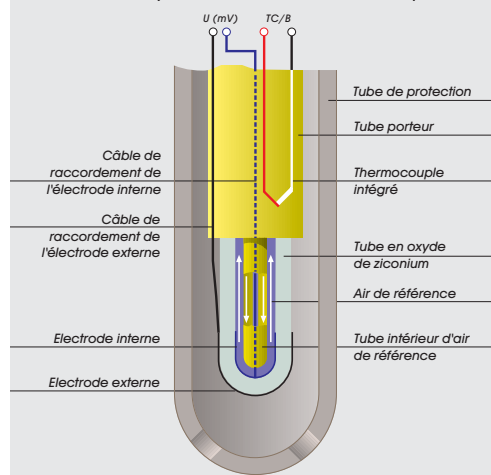
La régulation simple du rapport combustible / air, se limite au contrôle des grandeurs d'entrée du four, sans boucle de réponse de la combustion réelle. Seule la régulation lambda permet la mesure et donc le contrôle de l'air en excès - de 5 à 8% - qui entre dans le bilan réel de l'air de combustion et détermine l'efficacité et l'émission NO<sub>x</sub> du four. Les sondes à oxygènes STG, fiables et de longue durée de vie, alliées à un progiciel propre, répondent à ces exigences.

La plupart de nos clients européens se servent de notre formule de location de matériel et de prestations de services intégrées : le client n'achète que ce dont il a réellement besoin, c'est-à-dire la fonction stable de la mesure de O<sub>2</sub>% et laissent l'installation, la maintenance et le remplacement des sondes usées, à ceux qui l'ont appris dans les conditions très dures du four à verre, à le faire mieux que d'autres, c'est-à-dire aux soins des spécialistes de STG.

Pour répondre aux exigences actuelles de diminution de NO<sub>x</sub>, les fours à verre sont conduits aujourd'hui près de la combustion stœchiométrique avec toujours moins d'air en excès, parfois même en combustion «sous-stœchiométrique»; la combustion est conduite volontairement de façon réductrice, grâce à l'injection d'un gaz réducteur d'appoint.

Les sondes à oxygène STG avec leur équipement électronique de mesure, répondent à ces exigences, ont une bonne durée de vie, délivrent une mesure stable et permettent ainsi une régulation du facteur lambda, même en combustion sous-stœchiométrique de longue durée.

Sonde à l'oxyde de zirconium de STG - Le capteur



## Systeme de conduite automatique et controle optique de la fusion

### Progiciels experts de STG pour les systemes de conduite automatique de processus pour four à verre et fours industriels

Rares sont les sociétés européennes ayant autant d'expérience dans la conduite automatique du processus des fours à verre – laine de verre, verre creux ou float – que STG GmbH Cottbus. Notre liste de référence contient 4 lignes de productions ISOVER et plus de 20 installations de verre plat (float) depuis 1996, soient 25 des 50 projets depuis les 15 dernières années.

Basée sur une longue coopération avec la société Siemens AG dans le domaine de la mesure et régulation de processus, les collaborateurs de STG ont acquis une grande expérience dans l'utilisation des Systèmes Numériques de Contrôle Commande (SNCC) sur diverses plates-formes telles que PCS7, SIMATIC et TELEPERM M, systèmes de supervision comme WinCC, WinTM, WinOS, OS525, COROS, ou encore Intellution FIX Dmacs et IFix.

L'éventail de prestation de STG va de la planification par CAD, la construction d'armoires, le montage des capteurs et des appareils de mesure, la programmation des automates, la visualisation sur écrans jusqu'à la mise en service de l'installation. La formation du personnel client chez STG ou sur le site, ou participation du client à l'élaboration du progiciel sont d'une pratique courante.

STG possède une grande bibliothèque de progiciels éprouvés dans l'automatisation des fours industriels, particulièrement dans l'industrie verrière, ce sont entre autres:

- Régulation de température de four à régénération (BTR)
- Régulation du combustible avec répartition flexible du fioul ou gaz combinés
- Régulation Lambda pour la compensation de l'air parasite
- Solutions redondantes avec CPU ou régulateurs Backup
- Bilan dynamique de puissances électriques avec limitation de seuils
- Banques de données longue durée, par exemple fichier Excel pour les changements de poste
- Modules séquentiels spéciaux pour l'inversion avec commande manuelle flexible en cas de défauts, avec enregistrement du temps de marche de tous les organes d'inversion ainsi que la liaison avec la platine de commande manuelle en marche dégradée.

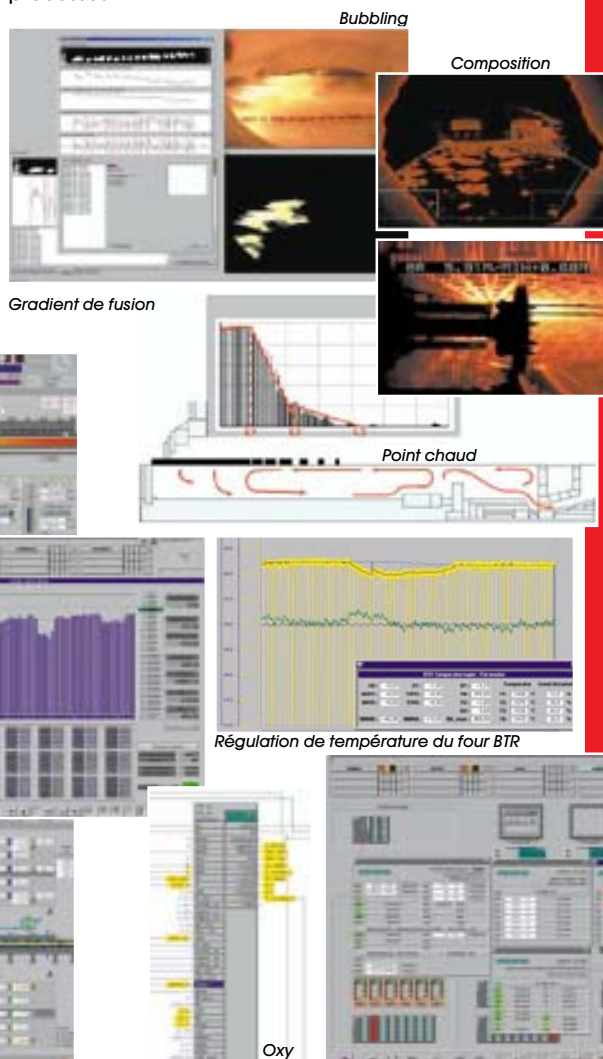
Par l'emploi de CPU redondantes ou de régulateurs Backup, STG propose une architecture système haut de gamme, possédant un grand nombre de fonctions de contrôle et étant en même temps assez robuste pour répondre aux exigences réelles de l'industrie verrière afin de permettre un redémarrage du système sans arrêts de production.

### Contrôle optique de la fusion

La technologie EsDeNO<sub>x</sub> de STG diminue sensiblement l'émission de NO<sub>x</sub>, mais la diminution simultanée de l'énergie et de la température de voûte nécessite une nouvelle grandeur de référence fiable pour maintenir la fusion et la qualité de verre stables. En complément de la mesure importante du niveau de verre, OMC, l'appareil de contrôle optique de la fusion, donne la mesure permettant le contrôle continu de l'énergie réelle nécessaire à la fusion.

Le filtrage et l'analyse du signal video de la caméra de four standard fournit à la fois le taux de recouvrement de la composition, le gradient de fusion, le contrôle du bubbling, longueur de flamme, ainsi que la position du point chaud. Le serveur OMC transmet ces données au système d'automatisation PCS7 qui les compare et les combine avec la consommation d'énergie et les températures de points remarquables, pour former ainsi une boucle de régulation prédictive, basée sur la technologie propre au verre.

L'utilisation du système de visualisation WinCC comme Monitor de la caméra de four afin de visualiser, après filtrage, le recouvrement de la composition, les flammes, le bubbling ou la formation de mousse, montre que l'information par signal video intégrée dans les systèmes de conduite automatique de processus, ouvre une nouvelle fenêtre pour l'automatisation des processus.



### Applications

SIEMENS PCS7

Teleperm M AS-235

Win-OS OS 525

SIPART DR 20  
SIPART DR 19  
COROS LS-B  
COROS-Win

Teleperm M AS-215

COROS VP-30

SIEMENS SIMATIC S5  
Intellution FIX-Dmacs

SIPART DR 24  
Bus CS-275  
SIEMENS SIMATIC S7  
Win-CC

Teleperm M AS-488  
Dynavis

Profibus L2DP

Eurotherm

PMA

KS-90  
KS-98

SIEMENS S7-416  
S5-155U

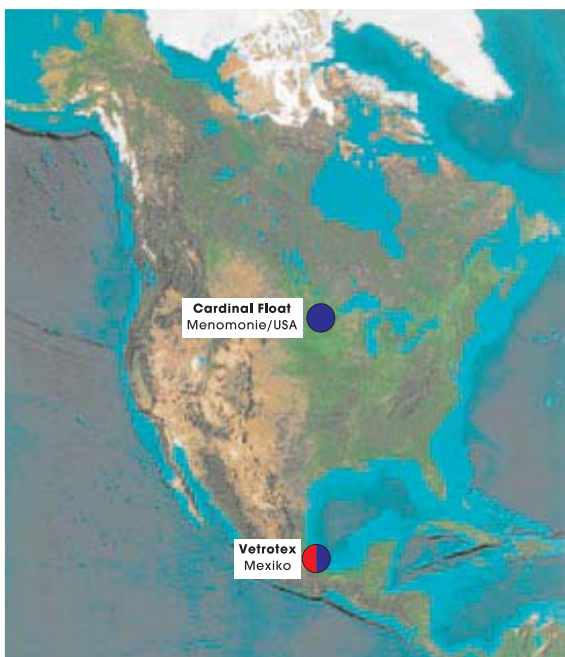
Panel OP-25

S5-95U  
S7-315

Références dans plus de 20 pays: pas seulement en Europe ...



... mais aussi en Asie et en Amérique.



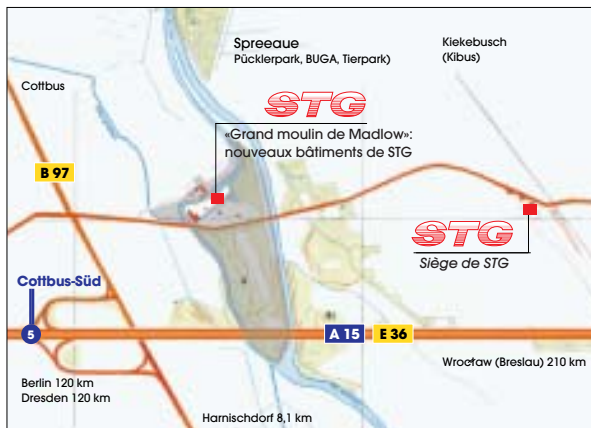
**Légende**

- Sonde à l'oxyde de zirconium
- Technique d'automatisation
- Brûleur gaz/fioul

### Software & Technologie Glas GmbH Cottbus

Usine Kiekebuscher Weg 14 • 03050 Cottbus  
 Siège Bahnhofstrasse 76 • 03058 Kiekebusch  
 Allemagne

Telefon +49 355 5 90 20 - 0  
 Telefax +49 355 54 11 24  
 E-Mail STG@STG-Cottbus.de  
 Internet www.STG-Cottbus.de



Nouvelle usine STG «Grand Moulin de Madlow» depuis 2003 à Cottbus



### STG se présente

STG GmbH Cottbus, société de technologies avancées et d'ingénierie, fut fondée le 18 avril 1990 par trois ingénieurs, spécialistes de procédés de fabrication, se connaissant depuis leurs études.

Depuis cette date plus de 35 ouvriers et ingénieurs ont réalisé un grand nombre de projets concernant l'optimisation de la combustion, la diminution du taux d'émission de NO<sub>x</sub> et la construction de capteurs spéciaux pour la conduite optimale du processus des fours industriel dans plus de 20 pays.

Les clients de STG se trouvent principalement dans l'industrie du verre, mais aussi dans l'industrie céramique et dans la métallurgie.

Avec la mise en service de la nouvelle usine du «Grand Moulin de Madlow» le 17 avril 2003, STG a sensiblement augmenté ses capacités de production ainsi que sa gamme de fabrication qu'elle met à disposition de ses clients: réalisation spéciales



Siège de STG à Kiekebusch

sur mesure, brûleurs, élaboration de progiciels, tests à blanc pour l'automatisation de processus et training.

Le tout dans des locaux spacieux de 2500 m<sup>2</sup>, permettant un travail d'ingénierie efficace et dans un immeuble impressionnant et historique, situé dans une nature magnifique que nous nous essayons de maintenir intacte par notre travail.



Halle de réception

Ing. Dipl. Frank Hegewald

Ing. Dipl. Helmut Heelemann

Ing. Doct. Peter Hemmann



Frank Hegewald était l'un des trois sociétaires fondateurs de STG. Beaucoup de ses idées et de ses visions ont contribué à l'image et au caractère actuel de STG. Il décéda le 18 août 2003, une semaine avant son 55<sup>ème</sup> anniversaire. Nous gardons son souvenir et continuons son œuvre.

Sociétaire  
 Directeur de production

Sociétaire  
 Directeur général