

Distribué par :

**LABORATOIRES HUMEAU**

Z. A. de Gesvrine - 4 rue Képler - B. P. 4125 - 44241 La Chapelle-sur-Erdre Cedex - France  
t. : +33 (0)2 40 93 53 53 - f. : +33 (0)2 40 93 41 00 - e. : info@humeau.com



w w w . h u m e a u . c o m

# Laboratoire



**Fours à moufle**  
**Four de préchauffage**  
**Fours d'incinération**  
**Fours tubulaires**  
**Étuves**  
**Fours à convection forcée**  
**Fours à chambre**  
**Fours de fusion**  
**Fours haute température**  
**Fours à pot**  
**Fours sous vide**  
**Fours de brasage**  
**Fours pour application en salle blanche**

**[www.nabertherm.com](http://www.nabertherm.com)**

■ Made  
■ in  
■ Germany



### **Made in Germany**

Depuis plus de 60 ans, Nabertherm, forte de plus de 350 employés dans le monde, développe et fabrique des fours industriels pour les domaines d'application les plus divers. Nabertherm est le seul fabricant au monde à proposer une gamme aussi vaste et profonde de fours. 150 000 clients dans plus de 100 pays témoignent de la réussite de l'entreprise avec une conception excellente et une qualité élevée à des prix attractifs. De courts délais de livraison sont garantis grâce à une forte intégration verticale de la production et une vaste gamme de fours standard.

### **Des jalons de qualité et de fiabilité**

Nabertherm ne propose pas uniquement la plus vaste gamme de fours standard. Une ingénierie professionnelle, associée à une intégration de la fabrication, assure l'étude et la construction d'installations de processus thermiques avec technique de transport et système de chargement répondant aux besoins individuels des clients. Nos solutions sur mesure vous permettront de réaliser des processus complexes de production en traitement thermique.

La technique Nabertherm innovante dans les domaines de pilotage, régulation et automation permet de gérer l'intégralité des commandes ainsi que la surveillance et la documentation des processus. La réflexion jusque dans les détails de construction des systèmes vous donnent une homogénéité dans la répartition des températures et une efficacité énergétique importante. De plus, la durée de vie élevée de votre matériel vous assure un avantage décisif face à votre concurrence.

### **Distribution dans le monde entier - proche des clients**

Construction et production centralisées d'une part et distribution et service après-vente décentralisés d'autre part soulignent notre stratégie qui se fait forte de répondre à vos besoins. Des distributeurs partenaires depuis de longues années et nos propres sociétés filiales dans tous les grands pays du monde vous assurent conseil et suivi clientèle sur place. Vous trouverez également, non loin de chez vous, des fours et des installations chez nos clients nous servant de référence.



### **Grand centre d'essai pour les clients**

Quel four représente la bonne solution pour un processus déterminé? La réponse à cette question n'est pas toujours simple à trouver. Nous possédons à cet effet un centre technique moderne, unique en son genre quant à sa taille et à ses capacités, dans lequel une sélection représentative de nos fours est à la disposition de nos clients pour des essais.

### **Service après-vente et pièces détachées**

Notre équipe de techniciens SAV est à votre disposition dans le monde entier. Nous avons les pièces détachées en stock ou pouvons les produire et les fournir dans de courts délais grâce à la forte intégration verticale de notre production.

### **Expérimentés dans de nombreux domaines du traitement thermique**

Au-delà des fours pour application en laboratoire, Nabertherm propose un vaste choix de fours standard et d'installations pour les applications les plus variées. La construction modulaire de nos produits permet ainsi de solutionner votre problème dans de nombreuses applications à l'aide d'un four standard sans adaptation spécifique coûteuse.

## Sommaire

	<b>Page</b>
<b>Fours à moufle/four de préchauffage/fours d'incinération et accessoires</b> .....	4
Système de four avec balance et logiciel de détermination des pertes par calcination jusqu'à 1200 °C .....	11
Systèmes d'évacuation des gaz d'échappement/Accessoires.....	13
<b>Four de recuit, trempe et brasage avec accessoires</b> .....	14
<b>Fours à chambre professionnels à isolation brique ou isolation fibreuse jusqu'à 1400 °C</b> .....	16
<b>Fours haute température/fours de vitrification</b>	
Fours à chambre haute température avec chauffage par barres SiC jusqu'à 1600 °C.....	18
Fours à chambre haute température avec résistances en MoSi <sub>2</sub> pour paillasse jusqu'à 1800 °C .....	19
Four à sole élévatrice haute température jusqu'à 1650 °C.....	20
Fours haute température avec balance servant à la détermination des pertes par calcination et à l'analyse thermogravimétrique jusqu'à 1750 °C.....	21
Fours à chambre haute température à isolation par fibres jusqu'à 1800 °C.....	22
Fours à chambre haute température avec chauffage par barres SiC jusqu'à 1550 °C.....	24
Fours à chambre à isolation en briques légères réfractaires jusqu'à 1700 °C.....	25
<b>Étuves et fours à chambre à convection d'air, également équipés de la technique pour salle blanche</b> ..	26
<b>Fours tubulaires et accessoires</b>	
Fours tubulaires compacts jusqu'à 1300 °C .....	30
Fours tubulaires universels avec support pour utilisation horizontale et pour utilisation verticale jusqu'à 1500 °C ..	32
Fours tubulaires haute température universels avec résistance SiC jusqu'à 1500 °C, sous gaz ou sous vide .....	33
Fours tubulaires ouvrant pour utilisation horizontale ou pour utilisation verticale jusqu'à 1300 °C, sous gaz ou sous vide.....	34
Fours tubulaires rotatifs pour procédés continus et/ou discontinus (batch) jusqu'à 1300 °C .....	36
Tubes de travail pour fours tubulaires rotatifs: standard et options .....	39
Fours tubulaires haute température pour utilisation horizontale et pour utilisation verticale jusqu'à 1800 °C, sous gaz ou sous vide .....	40
Alternatives de régulation pour fours tubulaires.....	43
Ensembles d'alimentation en gaz/fonctionnement sous vide pour fours tubulaires R, RT, RS, RHTC, RHTH et RHTV fonctionnement à l'hydrogène.....	44
Pompes à vide .....	45
Fours tubulaires à intégrer dans des installations sur mesure .....	46
Tubes de travail: standard et options .....	46
<b>Set de calibrage de thermocouple</b> .....	42
<b>Fours de fusion pour laboratoire jusqu'à 1500 °C</b> .....	48
<b>Fours de test de cuisson rapide jusqu'à 1300 °C</b> .....	49
<b>Fours à gradient ou à passage jusqu'à 1300 °C</b> .....	49
<b>Fours à coupole/d'incinération jusqu'à 1300 °C</b> .....	50
<b>Systèmes de postcombustion catalytique et thermique, Système de lavage des gaz d'échappement</b> ... 51	
<b>Fours à pot</b>	
Fours à pot à paroi chaude jusqu'à 1100 °C .....	52
Fours puits à paroi froide à pot jusqu'à 2400 °C ou 3000 °C .....	55
Fours à pot à paroi froide jusqu'à 2400 °C .....	56
<b>Commandes et enregistrement des process</b> .....	60
<b>Homogénéité dans la répartition des températures et précision du système</b> .....	63



## Les pros avec porte à battant ou guillotine



L 1/12



L 5/11

### L 1/12 - LT 40/12

La série L 1/12 - LT 40/12 est le bon choix pour une utilisation quotidienne en laboratoire. Cette série se distingue par l'excellence de ses finitions, son design moderne et de qualité et sa grande fiabilité. Les fours sont disponibles, au choix et sans supplément, avec porte à battant ou guillotine.

- Tmax 1100 °C ou 1200 °C
- Chauffage par deux côtés grâce à des plaques chauffantes en céramique (chauffage par trois côtés sur les modèles L 24/11 - LT 40/12)
- Plaques de chauffage céramiques avec résistances intégrées, protégées contre les projections et les échappements gazeux, faciles à changer
- Module fibreux moulé sous vide hautement résistant
- Carcasse en inox à la surface structurée
- Carcasse à double paroi pour des températures extérieures basses et une grande stabilité
- Au choix avec porte à battant (L) utilisable comme support ou sans supplément avec porte guillotine (LT), la partie chaude étant la plus éloignée de l'opérateur
- Ouverture réglable de l'arrivée d'air dans la porte (voir illustration)
- Cheminée d'évacuation de l'air dans la paroi arrière du four
- Chauffage silencieux fonctionnant avec des relais statiques
- Description de la régulation voir page 60

### Options

- Cheminée d'évacuation, cheminée d'évacuation avec ventilateur ou catalyseur
- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle pour classe de protection thermique 2 conformément à la norme EN 60519-2 pour protéger le four et le produit des risques de surchauffe
- Raccordement de gaz protecteur au dos du four
- Système manuel ou automatique d'alimentation en gaz
- Autres accessoires voir page 13
- Commandes et enregistrement des processus avec le progiciel MV Controltherm MV voir page 61



Régulateur de sécurité de surchauffe



LT 15/12



LT 24/11

Modèle porte à battant	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche-ment électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>2</sup>
		l	p	h		L	P	H				
L 3/11	1100	160	140	100	3	380	370	420	1,2	monophasé	20	60
L 5/11	1100	200	170	130	5	440	470	520	2,4	monophasé	35	60
L 9/11	1100	230	240	170	9	480	550	570	3,0	monophasé	45	75
L 15/11	1100	230	340	170	15	480	650	570	3,6	monophasé	55	90
L 24/11	1100	280	340	250	24	560	660	650	4,5	triphasé	75	95
L 40/11	1100	320	490	250	40	600	790	650	6,0	triphasé	95	95
L 1/12	1200	90	115	110	1	250	265	340	1,5	monophasé	10	25
L 3/12	1200	160	140	100	3	380	370	420	1,2	monophasé	20	75
L 5/12	1200	200	170	130	5	440	470	520	2,4	monophasé	35	75
L 9/12	1200	230	240	170	9	480	550	570	3,0	monophasé	45	90
L 15/12	1200	230	340	170	15	480	650	570	3,6	monophasé	55	105
L 24/12	1200	280	340	250	24	560	660	650	4,5	triphasé	75	110
L 40/12	1200	320	490	250	40	600	790	650	6,0	triphasé	95	110



L 5/11 avec système de fumigation

Modèle porte guillotine	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche-ment électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>2</sup>
		l	p	h		L	P	H <sup>1</sup>				
LT 3/11	1100	160	140	100	3	380	370	420+165	1,2	monophasé	20	60
LT 5/11	1100	200	170	130	5	440	470	520+220	2,4	monophasé	35	60
LT 9/11	1100	230	240	170	9	480	550	570+290	3,0	monophasé	45	75
LT 15/11	1100	230	340	170	15	480	650	570+290	3,6	monophasé	55	90
LT 24/11	1100	280	340	250	24	560	660	650+335	4,5	triphasé	75	95
LT 40/11	1100	320	490	250	40	600	790	650+335	6,0	triphasé	95	95
LT 3/12	1200	160	140	100	3	380	370	420+165	1,2	monophasé	20	75
LT 5/12	1200	200	170	130	5	440	470	520+220	2,4	monophasé	35	75
LT 9/12	1200	230	240	170	9	480	550	570+290	3,0	monophasé	45	90
LT 15/12	1200	230	340	170	15	480	650	570+290	3,6	monophasé	55	105
LT 24/12	1200	280	340	250	24	560	660	650+335	4,5	triphasé	75	110
LT 40/12	1200	320	490	250	40	600	790	650+335	6,0	triphasé	95	110



Registre d'arrivée d'air réglable en continu

<sup>1</sup>Porte guillotine ouverte incluse

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

<sup>2</sup>Pour branchement sous 230 V 1/N/PE ou 400 V 3/N/PE

## Fours à moufle compacts



LE 1/11



LE 6/11

### LE 1/11 - LE 14/11

Avec leur rapport qualité/prix imbattable, ces fours à moufle compacts se prêtent à de nombreux usages en laboratoire. La carcasse du four à double paroi en acier inoxydable, la structure compacte et légère ou les modules de chauffage placés dans des tubes en verre quartz en font des partenaires fiables pour votre application.



LE 4/11

- Tmax 1100 °C, température de travail 1050 °C
- Chauffage des deux côtés par des résistances dans des tubes en verre quartz
- Remplacement facile des résistances et de l'isolation lors de la maintenance
- Isolation multicouche par panneaux fibreux dans la chambre du four
- Carcasse en inox à la surface structurée
- Carcasse à double paroi pour des températures extérieures basses et une grande stabilité
- Porte à battant pouvant aussi être utilisée comme support
- Cheminée d'évacuation de l'air dans la paroi arrière
- Chauffage silencieux fonctionnant avec des relais statiques
- Dimensions compactes et poids réduit
- Programmeur monté sur le côté (sous la porte sur les modèles LE 1/11, LE 2/11 et LE 4/11 pour gagner de la place)
- Description de la régulation voir page 60

### Options

- Cheminée d'évacuation, cheminée d'évacuation avec ventilateur ou catalyseur
- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle pour la classe de protection thermique 2 conformément à la norme EN 60519-2 servant de protection contre la surchauffe pour le four et le produit
- Raccordement de gaz protecteur au dos du four
- Système manuel d'alimentation en gaz
- Autres accessoires voir page 13
- Commandes et enregistrement des processus avec le progiciel MV Controltherm MV voir page 61



Régulateur de sécurité de surchauffe

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche- ment électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>1</sup>
		l	p	h		L	P	H				
LE 1/11	1100	90	115	110	1	250	265	340	1,5	monophasé	10	10
LE 2/11	1100	110	180	110	2	275	380	350	1,8	monophasé	10	25
LE 4/11	1100	170	200	170	4	335	400	410	1,8	monophasé	15	35
LE 6/11	1100	170	200	170	6	510	400	320	1,8	monophasé	18	35
LE 14/11	1100	220	300	220	14	555	500	370	2,9	monophasé	25	40

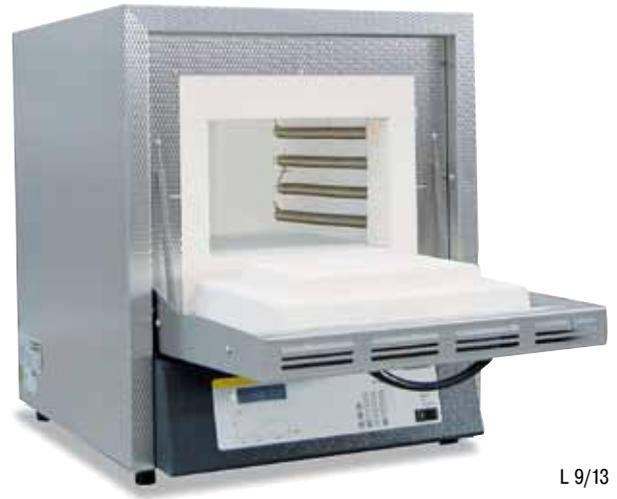
<sup>1</sup>Pour branchement sous 230 V 1/N/PE ou 400 V 3/N/PE

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

## Fours à moufle à isolation brique avec porte à battant ou guillotine



LT 15/13



L 9/13

### L 5/13 - LT 15/13

Grâce aux résistances enroulées sur les tubes porteurs et rayonnant librement dans la chambre du four, ces modèles atteignent des temps de chauffe particulièrement courts. L'isolation robuste en brique légère réfractaire permet d'atteindre une température de travail de 1300 °C. Ces modèles constituent ainsi une alternative intéressante aux modèles connus L(T) 3/11 et suivants lorsque l'application requiert des temps de chauffe particulièrement courts ou une température élevée.

- Tmax 1300 °C
- Chauffage des deux côtés par des résistances
- Les résistances sur tubes porteurs assurent un rayonnement libre de la chaleur et une grande durée de vie
- Isolation multicouche à brique légère réfractaire robuste dans la chambre du four
- Carcasse en inox à la surface structurée
- Carcasse à double paroi pour des températures extérieures basses et une grande stabilité
- Au choix avec porte à battant (L) utilisable comme support ou sans supplément avec porte guillotine (LT), la partie chaude étant la plus éloignée de l'opérateur
- Ouverture réglable de l'arrivée d'air dans la porte
- Cheminée d'évacuation de l'air dans la paroi arrière du four
- Chauffage silencieux fonctionnant avec des relais statiques
- Description de la régulation voir page 60



Intérieur du four avec isolation à brique légère réfractaire de qualité supérieure

### Options

- Cheminée d'évacuation, cheminée d'évacuation avec ventilateur ou catalyseur
- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle pour classe de protection thermique 2 conformément à la norme EN 60519-2 pour protéger le four et le produit des risques de surchauffe
- Raccordement de gaz protecteur au dos du four
- Système manuel ou automatique d'alimentation en gaz
- Autres accessoires voir page 13



Régulateur de sécurité de surchauffe

Modèle porte à battant	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche-ment électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>2</sup>
		l	p	h		L	P	H				
L 5/13	1300	200	170	130	5	440	470	520	2,4	monophasé	42	45
L 9/13	1300	230	240	170	9	480	550	570	3,0	monophasé	60	50
L 15/13	1300	230	340	170	15	480	650	570	3,6	monophasé	70	60

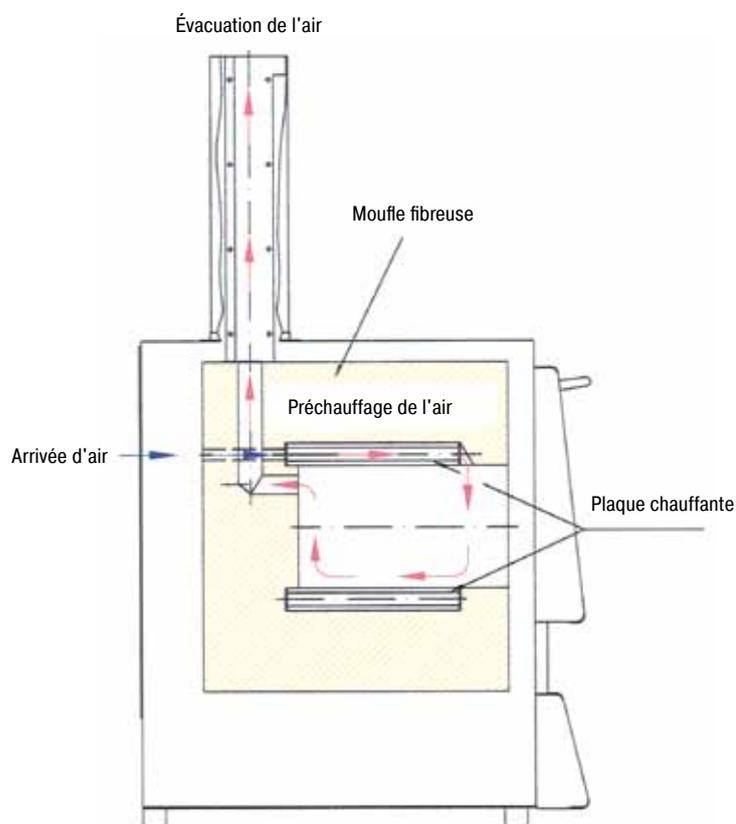
Modèle porte guillotine	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche-ment électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>2</sup>
		l	p	h		L	P	H <sup>1</sup>				
LT 5/13	1300	200	170	130	5	440	470	520+220	2,4	monophasé	42	45
LT 9/13	1300	230	240	170	9	480	550	570+290	3,0	monophasé	60	50
LT 15/13	1300	230	340	170	15	480	650	570+290	3,6	monophasé	70	60

<sup>1</sup>Porte guillotine ouverte incluse

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

<sup>2</sup>Pour branchement sous 230 V 1/N/PE ou 400 V 3/N/PE

## Fours d'incinération avec porte à battant ou guillotine



Principe d'arrivée d'air et d'évacuation de l'air



LV 3/11

### LV 3/11 - LVT 15/11

Les modèles LV 3/11 - LVT 15/11 peuvent être en particulier utilisés pour l'incinération en laboratoire. Un système spécial d'arrivée et d'évacuation de l'air fait en sorte que l'air soit renouvelé plus de 6 fois par minute. L'air entrant est préchauffé de manière à garantir une bonne homogénéité dans la répartition des températures.

- Tmax 1100 °C
- Chauffage par deux côtés grâce à des plaques chauffantes en céramique
- Plaques de chauffage céramiques avec résistances intégrées, protégées contre les projections et les échappements gazeux, faciles à changer
- Module fibreux moulé sous vide de qualité supérieure et d'une résistance élevée
- Carcasse en inox à la surface structurée
- Carcasse à double paroi pour des températures extérieures basses et une grande stabilité
- Au choix avec porte à battant (L) utilisable comme support ou sans supplément avec porte guillotine (LT), la partie chaude étant la plus éloignée de l'opérateur
- Chauffage silencieux fonctionnant avec des relais statiques
- Air renouvelé plus de 6 fois par minute
- Bonne homogénéité dans la répartition des températures grâce au préchauffage de l'air entrant
- Description de la régulation voir page 60



LVT 9/11



LVT 15/11

## Options

- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle pour classe de protection thermique 2 conformément à la norme EN 60519-2 en guise de protection contre la surchauffe pour le four et le produit
- Autres accessoires voir page 13
- Commandes et enregistrement des processus avec le progiciel MV Controltherm MV voir page 61



Régulateur de sécurité de surchauffe

Modèle porte à battant	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche-ment électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>2</sup>
		l	p	h		L	P	H <sup>1</sup>				
LV 3/11	1100	160	140	100	3	380	370	750	1,2	monophasé	20	120
LV 5/11	1100	200	170	130	5	440	470	850	2,4	monophasé	35	120
LV 9/11	1100	230	240	170	9	480	550	900	3,0	monophasé	45	120
LV 15/11	1100	230	340	170	15	480	650	900	3,6	monophasé	55	120

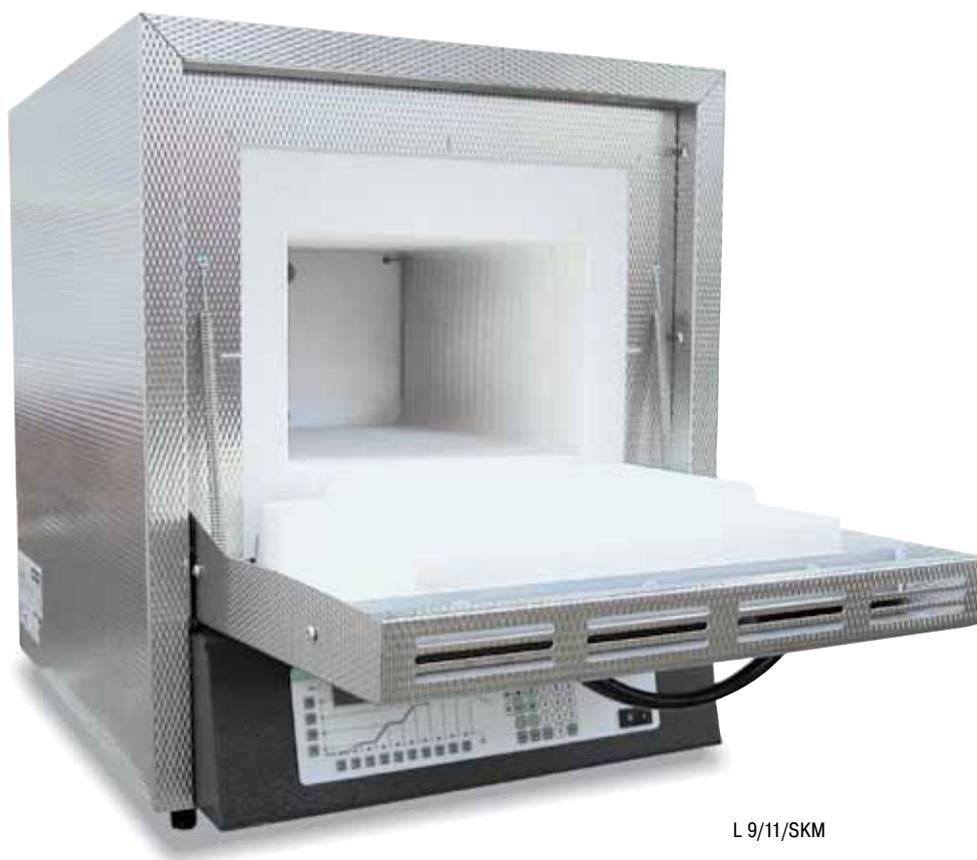
Modèle porte guillotine	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche-ment électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>2</sup>
		l	p	h		L	P	H <sup>1</sup>				
LVT 3/11	1100	160	140	100	3	380	370	750	1,2	monophasé	20	120
LVT 5/11	1100	200	170	130	5	440	470	850	2,4	monophasé	35	120
LVT 9/11	1100	230	240	170	9	480	550	900	3,0	monophasé	45	120
LVT15/11	1100	230	340	170	15	480	650	900	3,6	monophasé	55	120

<sup>1</sup>Y compris tube d'évacuation d'air (Ø 80 mm)

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

<sup>2</sup>Pour branchement sous 230 V 1/N/PE ou 400 V 3/N/PE

## Four à moufle avec résistances intégrés dans le moufle en céramique



L 9/11/SKM



Chauffage du moufle par 4 côtés



Système d'alimentation en gaz pour gaz protecteur non combustible avec robinet de sectionnement et débitmètre à vanne de régulation, tubulure prête à être raccordée



Régulateur de sécurité de surchauffe

### L, LT 9/11/SKM

Le modèle L 9/11/SKM est conseillé en particulier lorsque votre application nécessite de manipuler des substances agressives. Le four possède un moufle céramique avec chauffage intégré par 4 côtés. Le four allie ainsi une très grande homogénéité dans la répartition des températures et une bonne protection des résistances contre les atmosphères agressives. Un autre aspect réside dans le moufle lisse et pratiquement sans poussière (porte du four en isolation fibreuse) qui constitue un facteur de qualité important pour certaines opérations d'incinération.

- Tmax 1100 °C
- Chauffage du moufle des 4 côtés
- Chambre du four avec moufle céramique intégrée, grande résistance aux vapeurs et gaz agressifs
- Carcasse en inox à la surface structurée
- Au choix avec porte à battant (L) utilisable comme support ou sans supplément avec porte guillotine (LT), la partie chaude étant la plus éloignée de l'opérateur
- Ouverture réglable de l'arrivée d'air dans la porte
- Cheminée d'évacuation de l'air dans la paroi arrière du four
- Chauffage silencieux fonctionnant avec des relais statiques
- Description de la régulation voir page 60

### Options

- Cheminée d'évacuation, cheminée d'évacuation avec ventilateur ou catalyseur
- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle pour classe de protection thermique 2 conformément à la norme EN 60519-2 pour protéger le four et le produit des risques de surchauffe
- Raccordement de gaz protecteur au dos du four
- Système manuel ou automatique d'alimentation en gaz
- Autres accessoires voir page 13

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche- ment électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>2</sup>
		l	p	h		L	P	H				
L 9/11/SKM	1100	230	240	170	9	480	550	570	3,0	monophasé	50	90
LT 9/11/SKM	1100	230	240	170	9	480	550	570+290 <sup>1</sup>	3,0	monophasé	50	90

<sup>1</sup>Porte guillotine ouverte incluse

<sup>2</sup>Pour branchement sous 230 V 1/N/PE ou 400 V 3/N/PE

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

## Système de four avec balance et logiciel de détermination des pertes par calcination

### L 9/11/SW - LT 9/12/SW

Ce système complet avec four, balance de précision intégrée et logiciel est spécialement conçu pour la détermination des pertes par calcination en laboratoire. La détermination de la perte par calcination est notamment importante pour l'analyse des boues résiduaires et déchets domestiques et sert aussi à exploiter les résultats de nombreux processus techniques. La différence entre la masse totale de départ et le résidu après calcination donne la perte par calcination. Durant le processus, la température et l'évolution du poids sont consignés à l'aide du logiciel fourni.

- Tmax 1100 °C ou 1200 °C
- Chauffage par deux côtés grâce à des plaques chauffantes en céramique
- Plaques de chauffage céramiques avec résistances intégrées, protégées contre les projections et les échappements gazeux, faciles à changer
- Module fibreux sous vide trempé hautement résistant
- Carcasse en inox à la surface structurée
- Au choix avec porte à battant (L) utilisable comme support ou sans supplément avec porte guillotine (LT), la partie chaude étant la plus éloignée de l'opérateur
- Ouverture réglable de l'arrivée d'air dans la porte
- Cheminée d'évacuation de l'air dans la paroi arrière du four
- Chauffage silencieux fonctionnant avec des relais statiques
- Livraison avec base, poinçon céramique avec plateau à l'intérieur du four, balance de précision et suite logicielle
- 3 balances pour différents poids maximaux et échelles au choix
- Logiciel permettant de suivre la courbe de température et la perte par calcination sur PC
- Description de la régulation voir page 60

### Options

- Cheminée d'évacuation, cheminée d'évacuation avec ventilateur ou catalyseur
- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle pour classe de protection thermique 2 conformément à la norme EN 60519-2 pour protéger le four et le produit des risques de surchauffe
- Autres accessoires voir page 13
- Commandes et enregistrement des processus avec le progiciel MV Controltherm MV voir page 61

Modèle porte à battant	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche-ment électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>2</sup>
		l	p	h		L	P	H				
L 9/11/SW	1100	230	240	170	9	480	550	800	3,0	monophasé	55	75
L 9/12/SW	1200	230	240	170	9	480	550	800	3,0	monophasé	55	90

Modèle porte guillotine	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche-ment électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>2</sup>
		l	p	h		L	P	H'				
LT 9/11/SW	1100	230	240	170	9	480	550	800+290	3,0	monophasé	55	75
LT 9/12/SW	1200	230	240	170	9	480	550	800+290	3,0	monophasé	55	90

<sup>1</sup>Porte guillotine ouverte incluse

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

<sup>2</sup>Pour branchement sous 230 V 1/N/PE ou 400 V 3/N/PE

Balance Type	Lecture en g	Plage de pesée en g	Poids du poinçon en g	Valeur étalon en g	Charge minimale en g
EW-1500	0,01	1500 poinçon compris	850	0,1	0,5
EW-3000	0,01	3000 poinçon compris	850	0,1	0,5
EW-6000	0,10	6000 poinçon compris	850	1,0	5,0



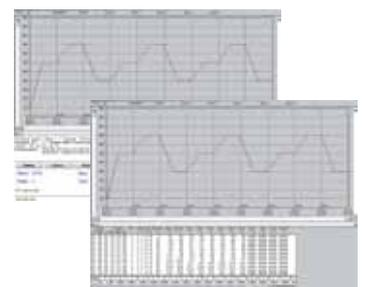
L 9/11/SW



3 balances pour différents poids maximaux et échelles au choix



Régulateur de sécurité de surchauffe

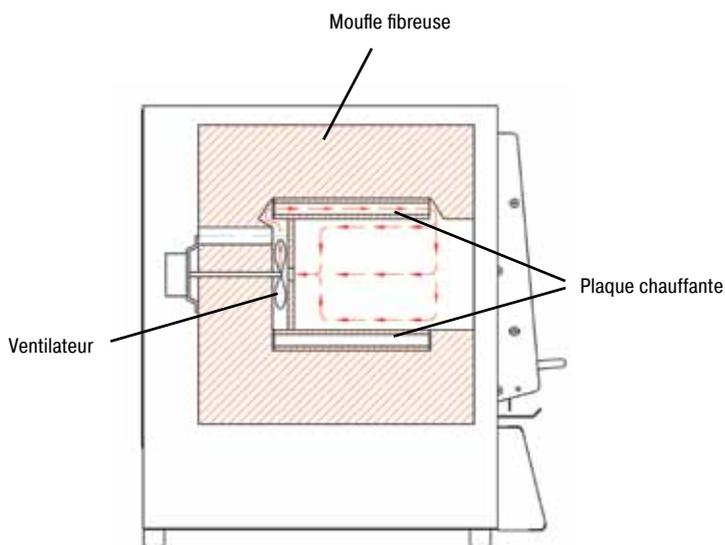


Logiciel de documentation de la courbe de température et de la perte par calcination pour PC

## Fours à moufle avec convection forcée



LT 5/11HA à circulation de l'air



Roue de ventilation dans la paroi arrière du four

### LT 5/11HA - LT 15/11HA

Les fours à moufle LT 5/11HA - LT 15/11HA à convection forcée de l'air offrent une répartition optimale de la chaleur dans la chambre du four et une transmission parfaite de la chaleur au chargement. Cet effet avantageux accroît la précision de votre travail et s'avère être un véritable facteur de qualité, en particulier quand il est nécessaire de disposer d'une température bien homogène dans la plage de température inférieure.

- Tmax 1100 °C
- Chauffage par deux côtés grâce à des plaques chauffantes en céramique
- Plaques chauffantes céramiques avec résistance intégrée, protection contre les projections, faciles à changer
- Module fibreux sous vide trempé hautement résistant
- Carcasse en inox à la surface structurée
- Carcasse à double paroi pour des températures extérieures basses et une grande stabilité
- Avec porte guillotine (LT), le côté chaud étant le plus éloigné de l'opérateur
- Cheminée d'évacuation de l'air dans la paroi arrière du four
- Chauffage silencieux fonctionnant avec des relais statiques
- Soufflerie à circulation d'air pour une meilleure transmission et répartition de la chaleur, en particulier lors du chauffage et du refroidissement
- Description de la régulation voir page 60

### Options

- Cheminée d'évacuation, cheminée d'évacuation avec ventilateur ou catalyseur
- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle pour classe de protection thermique 2 conformément à la norme EN 60519-2 pour protéger le four et le produit des risques de surchauffe
- Autres accessoires voir page 13



Régulateur de sécurité de surchauffe

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche- ment électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>2</sup>
		l	p	h		L	P	H <sup>1</sup>				
LT 5/11HA	1100	200	160	130	5	440	470	520+220	2,4	monophasé	36	60
LT 9/11HA	1100	230	230	170	9	480	550	570+290	3,0	monophasé	46	60
LT 15/11HA	1100	230	330	170	15	480	650	570+290	3,6	monophasé	56	75

<sup>1</sup>Porte guillotine ouverte incluse

<sup>2</sup>Pour branchement sous 230 V 1/N/PE ou 400 V 3/N/PE

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

## Systèmes d'évacuation des gaz d'échappement/Accessoires



Numéro d'article:  
631000140

**Cheminée d'évacuation** pour le raccordement à un tube d'évacuation de l'air.



Numéro d'article:  
631000812

**Cheminée d'évacuation avec ventilateur** pour mieux évacuer du four les dégagements gazeux. Commutable en fonction du programme à l'aide du programmeur P 330.



Numéro d'article:  
631000166

**Catalyseur** pour éliminer les composants organiques de l'air évacué. Les composants organiques sont brûlés de manière catalytique, c'est-à-dire dissociés en dioxyde de carbone et vapeur d'eau, à une température de 600 °C environ. Cela exclut très largement tout problème de mauvaises odeurs. Le programmeur P 330 permet de commuter le catalyseur en fonction du programme.



**Torche de brûlage** pour la postcombustion des gaz d'échappement. La torche est chauffée au gaz et fonctionne au propane. Elle est conseillée pour les processus dans lesquels il n'est pas possible d'utiliser un catalyseur.



Numéro d'article:  
699000408 (Porte-charge)  
699000984 (Couvercle)

**Porte-charges ronds (Ø 115 mm x 35 mm) pour fours LHT/LB, Tmax 1650 °C**

Ces porte-charges sont conçus pour les fours LHT/LB. La charge se place dans les porte-charges. Il est possible d'empiler jusqu'à trois porte-charges les uns sur les autres afin d'obtenir une utilisation optimale de la chambre du four.



Numéro d'article:  
699000279 (Porte-charge)  
699000985 (Couvercle)

**Porte-charges angulaires pour fours HTC (T) et LHT, Tmax 1600 °C**

La charge se place dans des porte-charges en céramique afin d'obtenir une utilisation optimale de la chambre du four. Il est possible d'empiler jusqu'à trois porte-charges dans le four. Les porte-charges présentent des fentes pour obtenir une meilleure circulation de l'air. Le porte-charge du haut est fermé par un couvercle en céramique.

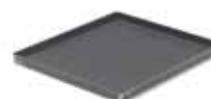
Vous avez le choix entre différents **bacs collecteurs** et **plaques de sol** pour protéger les fours et faciliter le chargement. Pour les modèles L, LT, LE, LV et LVT aux pages 4 - 12.



**Plaque rainurée céramique, Tmax 1200 °C**



**Bac céramique, Tmax 1300 °C**



**Bac acier, Tmax 1100 °C**

Pour le modèle	Plaque rainurée céramique		Bac céramique		Bac acier (Matière 1.4828)	
	Numéro d'article	Dimensions en mm	Numéro d'article	Dimensions en mm	Numéro d'article	Dimensions en mm
L 1, LE 1	691601835	110 x 90 x 12,7	-	-	691404623	85 x 100 x 20
LE 2	691601097	170 x 110 x 12,7	691601099	100 x 160 x 10	691402096	110 x 170 x 20
L 3, LT 3, LV 3, LVT 3	691600507	150 x 140 x 12,7	691600510	150 x 140 x 20	691400145	150 x 140 x 20
LE 4, LE 6, L 5, LT 5, LV 5, LVT 5	691600508	190 x 170 x 12,7	691600511	190 x 170 x 20	691400146	190 x 170 x 20
L 9, LT 9, LV 9, LVT 9, N 7	691600509	240 x 220 x 12,7	691600512	240 x 220 x 20	691400147	240 x 220 x 20
LE 14	691601098	210 x 290 x 12,7	-	-	691402097	210 x 290 x 20
L 15, LT 15, LV 15, LVT 15, N 11	691600506	340 x 220 x 12,7	-	-	691400149	230 x 330 x 20
L 24, LT 24	691600874	340 x 270 x 12,7	-	-	691400626	270 x 340 x 20
L 40, LT 40	691600875	490 x 310 x 12,7	-	-	691400627	310 x 490 x 20

**Gants** résistants à la chaleur pour protéger l'opérateur lors du chargement ou du retrait de la charge à l'état chaud, résistants jusqu'à 650 °C ou 900 °C.



Numéro d'article:  
493000004

**Gants, Tmax 650 °C.**



Numéro d'article:  
491041101

**Gants, Tmax 900 °C.**



Numéro d'article:  
493000002 (300 mm)  
493000003 (500 mm)

Différentes **pinces** pour faciliter le chargement et retrait du four.

## Four de recuit, trempe et brasage



N 41/H



N 7/H pour modèle de paillasse

### N 7/H - N 61/H

Une isolation robuste en brique légère réfractaire est nécessaire pour résister aux dures conditions de l'utilisation en laboratoire, par exemple en cas de traitement thermique de métaux. Les modèles N 7/H - N 61/H sont conçus sur mesure pour résoudre notamment ce problème. Les fours peuvent être complétés par de nombreux accessoires, tels que des caissons de recuit pour l'utilisation sous gaz protecteur, des rouleaux ou une station de refroidissement avec bain de trempe. Cela permet de réaliser des applications même délicates, telles que l'adoucissement du titane dans le domaine médical sans avoir recours à des installations de recuit onéreuses et complexes.

- Tmax 1280 °C
- Chauffage par deux côtés et par le fond
- Les résistances sur tubes porteurs assurent un rayonnement libre de la chaleur et une grande durée de vie
- Chauffage de la sole protégée par un plateau SiC résistant à la chaleur
- Isolation multicouche en brique légère réfractaire de qualité supérieure dans la chambre du four
- Ouverture d'évacuation de l'air sur le côté du four, dans la paroi arrière à partir du modèle N 31/H
- Les modèles N 7/H - N 17/HR sont des modèles de paillasse
- Base incluse à partir du modèle N 31/H
- Porte guillotine à ouverture vers le bas, également vers le haut sur demande
- Description de la régulation voir page 60



Travail avec caisson d'alimentation en gaz pour atmosphère gazeuse protectrice à l'aide d'un chariot de chargement

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche- ment électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>2</sup>
		l	p	h		L	P	H				
N 7/H	1280	250	250	120	7	720	640	510	3,0	monophasé	60	180
N 11/H	1280	250	350	140	11	720	740	510	3,6	monophasé	70	180
N 11/HR	1280	250	350	140	11	720	740	510	5,5	triphasé <sup>1</sup>	70	120
N 17/HR	1280	250	500	140	17	720	890	510	6,4	triphasé <sup>1</sup>	90	120
N 31/H	1280	350	350	250	31	840	1010	1320	15,0	triphasé	210	105
N 41/H	1280	350	500	250	41	840	1160	1320	15,0	triphasé	260	120
N 61/H	1280	350	750	250	61	840	1410	1320	20,0	triphasé	400	120

<sup>1</sup>Chauffage uniquement entre 2 phases

<sup>2</sup>Pour branchement sous 230 V 1/N/PE ou 400 V 3/N/PE

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

## Accessoire pour trempe et brasage

Notre vaste gamme de fours de recuit et de trempe peut être personnalisée à vos applications grâce à un large choix d'accessoires de trempe. Les accessoires représentés ci-dessous ne montrent qu'une petite partie des produits disponibles. Pour plus de détails, demandez à recevoir nos catalogues séparés pour fours et accessoires de traitement thermique !

### Caissons de trempe et de recuit

- Caissons de trempe et de recuit avec et sans raccordement de gaz protecteur jusqu'à 1100 °C, également dans des versions sur mesure, par exemple pour le recuit de petites pièces et de produits en vrac

### Enveloppe à gaz avec support

- Enveloppe à gaz et support avec raccordement pour gaz protecteur pour les modèles N 7/H à N 61/H pour recuit et trempe sous gaz protecteur et refroidissement à l'air

### Plateaux de chargement

- Plateaux de chargement jusqu'à 1100 °C pour protéger le fond du four des modèles N 7/H à N 61/H, avec repli sur 3 faces

### Pinces de trempe

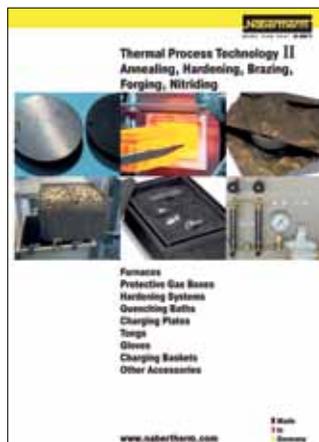
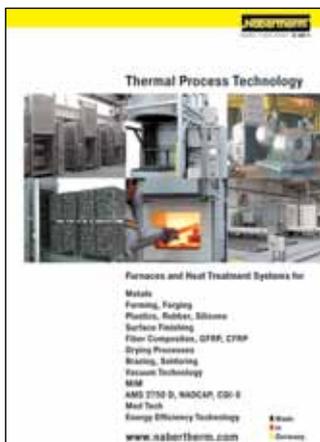
- Pinces de trempe de différentes formes et différentes tailles pour le recuit et la trempe

### Feuillard

- Feuillard pour envelopper le chargement lors de recuit et de trempe d'aciers sans oxydation jusqu'à 1200 °C

### Gants

- Gants résistants à la chaleur jusqu'à 600 °C ou 900 °C pour protéger l'opérateur lors du chargement voir page 13



**Demandez à recevoir nos catalogues séparés pour fours et accessoires de traitement thermique !**

## Fours à chambre professionnels à isolation brique ou isolation fibreuse



LH 15/12 à isolation brique

LH 60/12 avec dispositif de pesée pour les dispositions sur les pertes au feu



LH 120/12 avec caisson insert de processus en verre quartzéux

### LH 15/12 - LF 120/14

Les fours de laboratoire LH 15/12 - LF 120/14 ont déjà fait leurs preuves durant des années comme fours à chambre professionnels pour laboratoire. Les fours sont munis soit d'une isolation robuste en brique légère réfractaire (modèles LH), soit d'une isolation combinée en brique légère réfractaire en encadrement et matériau fibreux à faible inertie thermique pour un refroidissement plus rapide (modèles LF). La diversité des options rend ces modèles adaptés à toutes vos applications.

- Tmax 1200 °C, 1300 °C ou 1400 °C
- Chauffage sur 5 faces pour une très bonne homogénéité dans la répartition des température
- Les résistances sur tubes porteurs assurent un rayonnement libre de la chaleur et une grande durée de vie

- Protection du chauffage de la sole grâce au plateau SiC encastré
- Modèles LH : isolation interne tout briques
- Modèles LF : isolation fibreuse de qualité supérieure avec cadre interne en briques pour des temps de refroidissement et de chauffe réduits
- Porte avec étanchéification brique sur brique, polie à la main
- Temps de chauffe réduits grâce aux puissances électriques élevées
- Cheminée de ventilation latérale avec raccord bypass pour conduit d'évacuation de l'air
- Voûte autoporteuse pour une grande stabilité et une protection maximale contre la poussière
- Fermeture rapide de la porte
- Registre d'arrivée d'air réglable en continu dans la sole du four
- Base incluse
- Description de la régulation voir page 60



Ventilateur de refroidissement relié à une trappe motorisée d'évacuation des gaz pour accélérer le temps de refroidissement



LH 216/12SW avec dispositif de pesée pour les dispositions sur les pertes au feu



LH 60/12 avec porte guillotine à ouverture manuelle et caisson de mise sous gaz pour gaz de protection non combustibles

### Options

- Porte pivotante parallèle, face chaude opposée à l'opérateur, pour ouverture à l'état chaud
- Porte guillotine avec entraînement linéaire électromécanique
- Armoire murale ou au sol séparée pour l'armoire de puissance
- Trappe d'évacuation motorisée
- Ventilateur de refroidissement pour raccourcir la durée des cycles
- Raccordement de gaz protecteur, étanchéification de la carcasse
- Caisson insert de processus en verre quartzéux pour l'obtention d'une atmosphère particulièrement pure, revêtement de porte en verre quartzéux à fonction de couvercle
- Système manuel ou automatique d'alimentation en gaz
- Echelle pour mesurer la perte de poids pendant la chauffe

Modèle	Tmax	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche- ment électrique*	Poids en kg
	°C	l	p	h		L	P	H			
LH 15/12	1200	250	250	250	15	570	790	1170	5,0	triphase <sup>1</sup>	150
LH 30/12	1200	320	320	320	30	640	860	1240	7,0	triphase <sup>1</sup>	170
LH 60/12	1200	400	400	400	60	720	1010	1320	8,0	triphase	260
LH 120/12	1200	500	500	500	120	820	1110	1420	12,0	triphase	340
LH 216/12	1200	600	600	600	216	900	1210	1530	20,0	triphase	400
LH 15/13	1300	250	250	250	15	570	790	1170	7,0	triphase <sup>1</sup>	150
LH 30/13	1300	320	320	320	30	640	860	1240	8,0	triphase <sup>1</sup>	170
LH 60/13	1300	400	400	400	60	720	1010	1320	11,0	triphase	260
LH 120/13	1300	500	500	500	120	820	1110	1420	15,0	triphase	340
LH 216/13	1300	600	600	600	216	900	1210	1530	22,0	triphase	400
LH 15/14	1400	250	250	250	15	570	790	1170	8,0	triphase <sup>1</sup>	150
LH 30/14	1400	320	320	320	30	640	860	1240	10,0	triphase <sup>1</sup>	170
LH 60/14	1400	400	400	400	60	720	1010	1320	12,0	triphase	260
LH 120/14	1400	500	500	500	120	820	1110	1420	18,0	triphase	340
LH 216/14	1400	600	600	600	216	900	1210	1530	26,0	triphase	400
LF 15/13	1300	250	250	250	15	570	790	1170	7,0	triphase <sup>1</sup>	130
LF 30/13	1300	320	320	320	30	640	860	1240	8,0	triphase <sup>1</sup>	150
LF 60/13	1300	400	400	400	60	720	1010	1320	11,0	triphase	230
LF 120/13	1300	500	500	500	120	820	1110	1420	15,0	triphase	300
LF 15/14	1400	250	250	250	15	570	790	1170	8,0	triphase <sup>1</sup>	130
LF 30/14	1400	320	320	320	30	640	860	1240	10,0	triphase <sup>1</sup>	150
LF 60/14	1400	400	400	400	60	720	1010	1320	12,0	triphase	230
LF 120/14	1400	500	500	500	120	820	1110	1420	18,0	triphase	300

<sup>1</sup>Chauffage uniquement entre 2 phases

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60



Porte pivotante parallèle pour ouverture à l'état chaud



Système d'alimentation en gaz

## Fours à chambre haute température avec chauffage par barres SiC



HTC 08/15



### HTCT 01/14 - HTCT 08/16

Ces fours à moufle de laboratoire performants sont disponibles pour des températures jusqu'à 1400 °C, 1500 °C<sup>1</sup> ou 1600 °C. La grande résistance des barres SiC en cas d'utilisation périodique et la vitesse de chauffe font de ces fours des assistants polyvalents au laboratoire. Selon le modèle du four et les conditions d'utilisation, il est possible d'atteindre des temps de chauffe de 40 minutes jusqu'à 1400 °C.

- Tmax 1400 °C, 1500 °C ou 1600 °C
- Température de travail de 1550 °C (pour les modèles HTC ../16), en cas de températures de travail plus élevée, il faut s'attendre à une usure accrue des éléments chauffants
- Le modèle HTCT 01/16 est conçu pour être branché au réseau monophasé
- Matériau fibreux de qualité supérieure, adapté à la température d'utilisation
- Carcasse en tôles structurées en acier inoxydable
- Carcasse à double paroi pour des températures extérieures basses et une grande stabilité
- Au choix avec porte à battant (HTC) utilisable comme support ou sans supplément avec porte guillotine (HTCT), la partie chaude étant la plus éloignée de l'opérateur (HTCT 01/.. uniquement avec porte guillotine)
- Armoire de puissance avec relais statiques de puissance adaptée aux barres SiC
- Remplacement simple des barres chauffantes
- Description de la régulation voir page 60



Chambre du four avec matériau fibreux de grande qualité et barres chauffantes SiC des deux côtés



Porte-charges avec couvercle



Régulateur de sécurité de surchauffe

### Options

- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle pour classe de protection thermique 2 conformément à la norme EN 60519-2 pour protéger le four et le produit des risques de surchauffe
- Porte-charges angulaires empilables pour chargement jusqu'à trois niveaux voir page 13
- Couvercle pour le porte-charges du haut
- Système manuel ou automatique d'alimentation en gaz
- Cheminée d'aération réglable dans la porte du four, ouverture d'évacuation dans la voûte

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche- ment électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>3</sup>
		l	p	h		L	P	H <sup>2</sup>				
HTCT 01/14	1400	110	120	120	1,5	340	300	460	3,5	monophasé	18	40
HTC, HTCT 03/14	1400	120	210	120	3,0	400	535	530	9,0	triphasé <sup>1</sup>	30	40
HTC, HTCT 08/14	1400	170	290	170	8,0	450	620	570	13,0	triphasé	40	40
HTCT 01/15	1500	110	120	120	1,5	340	300	460	3,5	monophasé	18	40
HTC, HTCT 03/15	1500	120	210	120	3,0	400	535	530	9,0	triphasé <sup>1</sup>	30	50
HTC, HTCT 08/15	1500	170	290	170	8,0	450	620	570	13,0	triphasé	40	50
HTCT 01/16	1600	110	120	120	1,5	340	300	460	3,5	monophasé	18	40
HTC, HTCT 03/16	1600	120	210	120	3,0	400	535	530	9,0	triphasé <sup>1</sup>	30	60
HTC, HTCT 08/16	1600	170	290	170	8,0	450	620	570	13,0	triphasé	40	60

<sup>1</sup>Chauffage uniquement entre 2 phases

<sup>2</sup>Plus maximal 270 mm pour le modèle HTCT ouvert

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

<sup>3</sup>Pour branchement sous 230 V 1/N/PE ou 400 V 3/N/PE

## Fours à chambre haute température avec résistances en MoSi<sub>2</sub> pour paillasse



LHT 08/17

### LHT 02/16 - LHT 08/18

Les nombreux avantages de ces fours à chambre compacts haute température destinés aux paillasse sont absolument convaincants. Les finitions remarquables, l'utilisation de matériaux de qualité supérieure et la simplicité d'utilisation font de ces fours des assistants polyvalents pour la recherche et au laboratoire. Ces fours sont également idéalement adaptés au frittage des céramiques techniques, par exemple pour des bridges dentaires en oxyde de zirconium.



LHT 02/18 avec système de mise sous gaz à quatre gaz

- Tmax 1600 °C, 1750 °C ou 1800 °C
- Résistances de qualité supérieure en disiliciure de molybdène
- Chambre du four à revêtement en matériau fibreux de première qualité très résistant
- Carcasse en tôles structurées en acier inoxydable
- Carcasse à double paroi avec système de refroidissement supplémentaire pour limiter la température extérieure de la carcasse
- Fours de 2, 4 ou 8 litres
- Exécution peu encombrante avec une porte guillotine ouvrant vers le haut
- Ouverture réglable de l'arrivée d'air
- Cheminée d'évacuation en voute
- Thermocouples de type B
- Armoire de puissance avec thyristors en angles de phases
- Description de la régulation voir page 60

### Options

- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle pour classe de protection thermique 2 conformément à la norme EN 60519-2 pour protéger le four et le produit des risques de surchauffe
- Porte-charges angulaires empilables pour chargement jusqu'à trois niveaux voir page 13
- Commandes et enregistrement des processus avec le progiciel MV Controltherm MV voir page 61
- Raccordement pour gaz protecteur
- Système manuel ou automatique d'alimentation en gaz

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branchement électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>2</sup>
		l	p	h		L	P	H <sup>3</sup>				
LHT 02/16	1600	90	150	150	2	470	700	750+350	3,0	monophasé	75	30
LHT 04/16	1600	150	150	150	4	470	700	750+350	5,2	triphasé <sup>1</sup>	85	25
LHT 08/16	1600	150	300	150	8	470	850	750+350	8,0	triphasé <sup>1</sup>	100	25
LHT 02/17	1750	90	150	150	2	470	700	750+350	3,0	monophasé	75	60
LHT 04/17	1750	150	150	150	4	470	700	750+350	5,2	triphasé <sup>1</sup>	85	40
LHT 08/17	1750	150	300	150	8	470	850	750+350	8,0	triphasé <sup>1</sup>	100	40
LHT 02/18	1800	90	150	150	2	470	700	750+350	3,6	monophasé	75	75
LHT 04/18	1800	150	150	150	4	470	700	750+350	5,2	triphasé <sup>1</sup>	85	60
LHT 08/18	1800	150	300	150	8	470	850	750+350	9,0	triphasé <sup>1</sup>	100	60

<sup>1</sup>Chauffage uniquement entre 2 phases

<sup>\*</sup>Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

<sup>2</sup>Pour branchement sous 230 V 1/N/PE ou 400 V 3/N/PE

<sup>3</sup>Porte guillotine ouverte incluse


Porte-charges avec couvercle



Régulateur de sécurité de surchauffe

## Four à sole élévatrice haute température



LHT 02/17 LB avec porte-charge empilables



LHT 16/17 LB



Paillasse mobile avec arrivée d'air réglable



Porte-charge empilable

### LHT/LB

Le chargement des fours LHT/LB est sensiblement simplifié grâce à la table élévatrice à commande électrique. Le chauffage circulaire de la chambre de four cylindrique assure une homogénéité de température optimale. Dans le cas du modèle LHT 02/17 LB, la charge peut être placée dans des porte-charge en céramique technique. Jusqu'à trois porte-charge empilés garantissent un maximum de productivité. Etant donné sa taille, le modèle LHT 16/17 LB peut être utilisé également pour la production.

- Tmax 1650 °C
- Résistances de grande qualité en disiliciure de molybdène
- Chambre du four revêtue d'un matériau fibreux de grande qualité et de longue durée
- Excellente homogénéité dans la répartition des température grâce au chauffage circulaire de la chambre du four
- Chambre du four de 2 ou 16 litres de volume, paillasse à grande surface
- Pièces d'écartement intégrées dans la paillasse pour une meilleure circulation de l'air sous le porte-charge du bas
- Entraînement électrique précis de la broche de la paillasse avec commande par touches
- Carcasse en inox à la surface structurée
- Ouverture d'évacuation de l'air dans le plafond
- Thermocouple type S
- Installation de distribution avec thyristor
- Description de la régulation voir page 60

**Options**

- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle pour classe de protection thermique 2 conformément à la norme EN 60519-2 pour protéger le four et le produit des risques de surchauffe
- Porte-charge empilable pour chargement jusqu'à trois niveau voir page 13
- Raccordement pour gaz protecteur
- Système de mise sous gaz manuel ou automatique
- Ouverture réglable de l'arrivée d'air dans le fond
- Commandes et enregistrement des processus avec le progiciel MV Controltherm MV voir page 61

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branchement électrique*	Poids en kg
		Ø	p	h		L	P	H			
LHT 02/17 LB	1650	Ø 120	130	2	540	610	740	3,0	monophasé	85	
LHT 16/17 LB	1650	Ø 260	260	16	650	1250	1980	12,0	triphasé	410	

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

## Fours haute température avec balance servant à la détermination des pertes par calcination et à l'analyse thermogravimétrique



LHT 04/16 SW en exécution personnalisée avec balance servant à la détermination des pertes par calcination et système d'alimentation en gaz

### LHT 04/16 SW et LHT 04/17 SW

Ces fours ont été mis au point spécialement pour la détermination des pertes par calcination et les analyses thermogravimétriques. Le système complet se compose d'un four haute température pour 1600 °C ou 1750 °C, d'une paillasse servant de support, de la balance de précision avec passages dans le four et d'un logiciel performant qui enregistre autant la courbe de température que la perte de poids dans le temps.

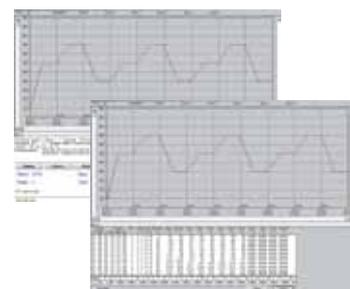
- Description technique des fours, voir les modèles LHT 04/16 et LHT 04/17 page 19
- Description du système de pesage, voir modèles L 9/... SW page 11

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branchement électrique*	Poids en kg	De 0 à Tmax en minutes <sup>2</sup>
		l	p	h		L	P	H				
LHT 04/16 SW	1600	150	150	150	4	655	370	890	5,0	triphasé <sup>1</sup>	85	25
LHT 04/17 SW	1750	150	150	150	4	655	370	890	5,0	triphasé <sup>1</sup>	85	40

<sup>1</sup>Chauffage uniquement entre 2 phases

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

<sup>2</sup>Pour branchement sous 230 V 1/N/PE ou 400 V 3/N/PE



Logiciel de documentation de la courbe de température et de la perte par calcination pour PC

## Fours à chambre haute température à isolation par fibres jusqu'à 1800 °C



HT 16/17



HT 160/17 avec installation de mise sous gaz automatique



Renforcement de la sole pour éviter de la surcharge de poids sur l'isolation fi breuse  
– Standard à partir des modèles HT 16/16



Insertion d'un moufle pour le traitement par injection de gaz processus avec système de mise sous gaz par la sole du four protège la chambre du four des impuretés ou évite une interaction chimique entre la charge et les éléments chauffants

### HT 04/16 - HT 450/18

Grâce à leur construction solide sur socle, ces fours haute température se prêtent aux opérations en laboratoire qui requièrent une précision extrême. La homogénéité dans la répartition des température et les détails pertinents sont des références absolues en matière de qualité. Les fours peuvent être complétés par notre vaste programme d'extras afin de les adapter à votre application.

- Tmax 1600 °C, 1750 °C ou 1800 °C
- Fours de 4 à 450 litres
- Eléments chauffants haute qualité en bisiliciure de molybdène (Mo Si<sup>2</sup>)
- Une porte à guidage parallèle par chaîne, une ouverture et une fermeture sûres sans destruction de l'isolation fibreuse dans la zone de la collerette permettent de protéger l'opérateur contre le rayonnement lors de l'ouverture
- Fermeture sûre et étanche de la porte grâce à un dispositif spécial et un joint à labyrinthe assurant une grande homogénéité dans la répartition des température
- Zone de la porte protégée de tôles en acier inoxydable structuré pour éviter toute brûlure
- Renforcement de la sole avec tubes d'alumine pour protéger l'isolation fi breuse et permettre d'accueillir des chargements lourds. Standard à partir du modèle HT 16/16
- Sécurité de température réglable pour protéger la charge et le four
- Chambre du four garnie de fi bres de 1ère qualité à durée de vie élevée
- Construction spéciale de la voûte, protection longue durée contre tout affaissement
- Thermocouple, PtRhPt type B ou type S
- Cheminée d'évacuation dans la voûte
- Description de la régulation voir page 60

## Options

- Souffleries de refroidissement  
Des souffleries de refroidissement répondant à la taille du four seront installées pour accélérer les temps de cycle. Leur régime sera choisi par segment. Le régulateur met en marche et arrête automatiquement les ventilateurs. Il est ainsi possible de sélectionner différents régimes, comme par exemple pour expulser un liant résiduel ou pour refroidir. Il existe de plus la possibilité de refroidir linéairement en sélectionnant un gradient de température.
- Four en exécution HDB avec préchauffe de l'air frais, ventilateur d'extraction et ensemble important de sécurité pour le déliantage et le frittage en un process, c'est-à-dire sans transfert de la charge du four de déliantage à celui de frittage.
- Commande motorisée de la trappe d'évacuation des gaz
- Hottes de cheminée en acier inoxydable
- Traitement thermique ou catalytique des gaz
- Matériel d'enfournement sur mesure
- Porte guillotine
- Eléments chauffants spéciaux pour le frittage d'oxyde de zirconium avec durée de maintien prolongée concernant les interactions chimiques entre la charge et les éléments chauffants
- Raccordement pour gaz protecteur et étanchéification de la carcasse du four pour le travail sous gaz protecteurs
- Système d'alimentation en gaz manuel ou automatique
- Caisson insert de processus servant à améliorer l'étanchéité au gaz et à protéger la chambre du four contre toute contamination



HT 276/17 dans une exécution réalisée selon les spécifications du client avec porte guillotine parallèle pneumatique

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée kW	Branche- ment électrique*	Poids en kg
		l	p	h		L	P	H			
HT 04/16	1600	150	150	150	4	610	470	1400	5,2	triphase <sup>1</sup>	150
HT 08/16	1600	150	300	150	8	610	610	1400	8,0	triphase <sup>1</sup>	200
HT 16/16	1600	200	300	260	16	810	700	1490	12,0	triphase <sup>1</sup>	270
HT 40/16	1600	300	350	350	40	810	710	1610	12,0	triphase	380
HT 64/16	1600	400	400	400	64	1145	900	1670	18,0	triphase	550
HT 128/16	1600	400	800	400	128	1020	1250	1700	26,0	triphase	750
HT 160/16	1600	500	550	550	160	1260	1070	1900	21,0	triphase	800
HT 276/16	1600	500	1000	550	276	1140	1470	1900	36,0	triphase	1100
HT 450/16	1600	500	1150	780	450	1200	1620	2060	64,0	triphase	1500
HT 04/17	1750	150	150	150	4	610	470	1400	5,2	triphase <sup>1</sup>	150
HT 08/17	1750	150	300	150	8	610	610	1400	8,0	triphase <sup>1</sup>	200
HT 16/17	1750	200	300	260	16	810	700	1490	12,0	triphase <sup>1</sup>	270
HT 40/17	1750	300	350	350	40	810	710	1610	12,0	triphase	380
HT 64/17	1750	400	400	400	64	1145	900	1670	18,0	triphase	550
HT 128/17	1750	400	800	400	128	1020	1250	1700	26,0	triphase	750
HT 160/17	1750	500	550	550	160	1260	1070	1900	21,0	triphase	800
HT 276/17	1750	500	1000	550	276	1140	1470	1900	36,0	triphase	1100
HT 450/17	1750	500	1150	780	450	1200	1620	2060	64,0	triphase	1500
HT 04/18	1800	150	150	150	4	610	470	1400	5,2	triphase <sup>1</sup>	150
HT 08/18	1800	150	300	150	8	610	610	1400	9,0	triphase <sup>1</sup>	200
HT 16/18	1800	200	300	260	16	810	700	1490	12,0	triphase <sup>1</sup>	270
HT 40/18	1800	300	350	350	40	810	710	1610	12,0	triphase	380
HT 64/18	1800	400	400	400	64	1145	900	1670	18,0	triphase	550
HT 128/18	1800	400	800	400	128	1020	1250	1700	26,0	triphase	750
HT 160/18	1800	500	550	550	160	1260	1070	1900	21,0	triphase	800
HT 276/18	1800	500	1000	550	276	1140	1470	1900	36,0	triphase	1100
HT 450/18	1800	500	1150	780	450	1200	1620	2060	64,0	triphase	1500

<sup>1</sup> Chauffage uniquement entre 2 phases

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60



Porte en exécution parallèle pour protéger l'utilisateur du rayonnement thermique

## Fours à chambre haute température avec chauffage par barres SiC



HTC 276/16



HTC 160/16

### HTC 16/16 - HTC 450/16

Les fours à chambre haute température HTC 16/16 - HTC 450/16 avec chauffage par barres SiC suspendues à la verticale sont particulièrement adaptés aux processus de frittage jusqu'à une température de travail maximale de 1550°C. Pour certains processus, tels que le frittage de l'oxyde de zirconium, les barres SiC peuvent être mieux adaptées que les éléments chauffants en disiliciure de molybdène en raison du manque d'interactivité avec la charge. Du point de vue de leur structure fondamentale, ces fours sont comparables aux modèles de la série HT et peuvent être dotés du même équipement complémentaire.



Barres SiC suspendues à la verticale



Trappe d'évacuation et thermocouple de charge avec pied comme équipement complémentaire

- Tmax 1550 °C
- Carcasse à double paroi avec refroidissement par ventilateur, d'où des températures extérieures du four basses
- Chauffage des deux côtés par barres SiC suspendues à la verticale
- Isolation fibreuse de haute qualité avec isolation arrière spéciale
- L'isolation latérale, assemblée à partir de blocs avec crête et rainure, assure de faibles déperditions thermiques vers l'extérieur
- Isolation durable de la voûte avec suspension spéciale
- Porte pivotante parallèle guidée par chaîne pour ouvrir et fermer la porte de manière déterminée sans détruire l'isolation
- La garniture en labyrinthe assure des déperditions thermiques les plus faibles possibles au niveau de la porte
- Sole de four avec renforcement spécial du fond pour réceptionner des charges très lourdes à partir du modèle HTC 16..
- Trappe d'évacuation pratiquée dans la voûte
- Commande des éléments chauffants par thyristors
- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle pour la classe de protection thermique 2 selon EN 60519-2 assurant la protection contre la surchauffe du four et de la pièce
- Description de la régulation voir page 60

Pour l'équipement complémentaire voir les modèles HT 04/16 - HT 450/18

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche- ment électrique*	Poids en kg
		l	p	h		L	P	H			
HTC 16/16	1550	200	300	260	16	710	650	1500	12,0	triphase <sup>1</sup>	270
HTC 40/16	1550	300	350	350	40	810	710	1610	12,0	triphase	380
HTC 64/16	1550	400	400	400	64	1020	840	1700	18,0	triphase	550
HTC 128/16	1550	400	800	400	128	1020	1250	1700	26,0	triphase	750
HTC 160/16	1550	500	550	550	160	1140	1020	1900	21,0	triphase	800
HTC 276/16	1550	500	1000	550	276	1140	1470	1900	36,0	triphase	1100
HTC 450/16	1550	500	1150	780	450	1200	1620	2060	64,0	triphase	1500

<sup>1</sup>Chauffage uniquement entre 2 phases

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

## Fours à chambre à isolation en briques légères réfractaires jusqu'à 1700 °C



HFL 160/17 avec système de fumigation



HFL 295/13 avec porte guillotine et transformateur dans la base en version personnalisée pour le client

### HFL 16/16 - HFL 160/17

La série HFL 16/16 - HFL 160/17 se distingue en particulier par le robuste revêtement à brique légère réfractaire. Ce modèle est recommandé quand des gaz ou des acides agressifs se forment durant le process comme p. ex. pour la fusion de verre.

- Tmax 1600 °C ou 1700 °C
- Résistances de qualité supérieure en disiliciure de molybdène (MoSi<sub>2</sub>)
- Isolation en brique légère réfractaire en face chaude
- Thermocouple de type B
- Fours de 16 à 160 litres
- Une cheminée d'évacuation de 30 mm est intégrée en voûte du four pour évacuer les vapeurs
- Régulateur de sécurité de surchauffe pour protéger le produit
- Description de la régulation voir page 60

### Options

- Trappe d'évacuation à commande manuelle ou motorisée, améliorant l'aération de la chambre de four
- Soufflerie pour une meilleure aération de l'espace de cuisson et un refroidissement plus rapide du four
- Raccordement pour gaz protecteur et étanchéification de la carcasse du four pour rincer le four avec des gaz protecteurs
- Système manuel ou automatique d'alimentation en gaz



Grille protectrice devant les modules de chauffage en guise de protection contre les dégradations mécaniques

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche- ment électrique*	Poids en kg
		l	p	h		L	P	H			
HFL 16/16	1600	200	300	260	16	770	830	1550	12	triphasé <sup>1</sup>	500
HFL 40/16	1600	300	350	350	40	880	880	1710	12	triphasé	660
HFL 64/16	1600	400	400	400	64	980	930	1830	18	triphasé	880
HFL 160/16	1600	500	550	550	160	1090	1080	2030	21	triphasé	1140
HFL 16/17	1700	200	300	260	16	770	830	1550	12	triphasé <sup>1</sup>	530
HFL 40/17	1700	300	350	350	40	880	880	1710	12	triphasé	690
HFL 64/17	1700	400	400	400	64	980	930	1830	18	triphasé	920
HFL 160/17	1700	500	550	550	160	1090	1080	2030	21	triphasé	1190

<sup>1</sup>Chauffage uniquement entre 2 phases

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60



Système d'alimentation en gaz pour HFL 160/17

## Étuves, également équipées de la technique de sécurité selon la norme EN 1539



TR 60 avec vitesse du ventilateur réglable



TR 240



Dispositif rotatif électrique en équipement complémentaire



Grilles mobiles pour le chargement de l'étuve sur différents niveaux

### TR 60 - TR 1050

Avec leur température de travail maximale de 300 °C et la circulation d'air forcée, les étuves et les séchoirs à chambre obtiennent une excellente homogénéité dans la répartition des température qui se distingue nettement des modèles concurrentiels. Ils peuvent être utilisés pour de nombreuses tâches telles que le séchage, la stérilisation et le maintien de la chaleur. Des durées de livraison courtes sont garanties grâce à un stockage de nombreux modèles standard.

- Tmax 300 °C
- Zone de travail : de + 5 °C par rapport à la température ambiante jusqu'à 300 °C
- Modèle de paillasse TR 60 - TR 240
- Modèles sur pied TR 450 - TR 1050
- Grâce à la circulation d'air horizontale, forcée, la homogénéité dans la répartition des température est meilleure que  $\Delta T$  8 K voir page 63
- Chambre du four en inox, alliage 304 (AISI) matériau 1.4301 (DIN), résistant à la rouille et facile à nettoyer
- Grosse poignée pour ouvrir et fermer la porte
- Chargement sur plusieurs niveaux au moyen de grilles (pour le nombre de grilles, voir tableau à droite)
- Grande porte pivotante à large ouverture, fixée sur la droite, avec fermeture rapide pour les modèles TR 60 - TR 450
- Porte pivotante à deux battants et fermetures rapides pour TR 1050
- TR 1050 équipé de roulettes de transport
- Réglage en continu de l'air vicié dans la paroi arrière avec commande de l'avant
- Régulation PID par microprocesseur avec système d'autodiagnostic
- Chauffage silencieux fonctionnant avec des relais statiques
- Description de la régulation voir page 60



TR 450 avec hublot de contrôle



TR 1050 à porte à deux battants

## Options

- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle pour classe de protection thermique 2 conformément à la norme EN 60519-2 pour protéger le four et le produit des risques de surchauffe
- Régulation du régime de flux d'air du ventilateur de convection réglable en continu
- Hublot de contrôle pour observer la charge
- Autres grilles avec barres d'enfournement
- Réalisation latérale
- Bac de rétention en acier inoxydable protégeant la chambre du four
- Technique de sécurité selon la norme EN 1539 pour les charges contenant des solvants jusqu'au modèle TR 240, homogénéité de température accessible  $\Delta T$  16 K
- Roulettes de transport pour le modèle TR 450
- Nombreuses possibilités d'adaptation aux exigences spécifiques du client
- Possibilité d'extension pour exigences de qualité selon AMS 2750 D ou FDA
- Commandes et enregistrement des processus avec le progiciel MV Controltherm MV voir page 61



TR 60 avec hublot de contrôle

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW <sup>2</sup>	Branche- ment électrique*	Poids en kg	Grilles incl.	Grilles max.	Charge totale max. <sup>1</sup>
		l	p	h		L	P	H						
TR 60	300	450	380	350	60	700	650	690	3,1	monophasé	90	1	4	120
TR 120	300	650	380	500	120	900	650	840	3,1	monophasé	120	2	7	150
TR 240	300	750	550	600	240	1000	820	940	3,1	monophasé	165	2	8	150
TR 450	300	750	550	1500	450	1000	820	1440	6,3	triphase	235	3	15	180
TR 1050	300	1200	630	1400	1050	1470	955	1920	9,3	triphase	450	4	14	250

<sup>1</sup>Charge maximale autorisée par étage 30 kg max.

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

<sup>2</sup>La puissance raccordée augmente selon EN 1539 en option

## Étuves haute température, Fours à chambre à convection d'air



N 120/65 HA



N 60/85HA avec torche de brûlage en équipement complémentaire

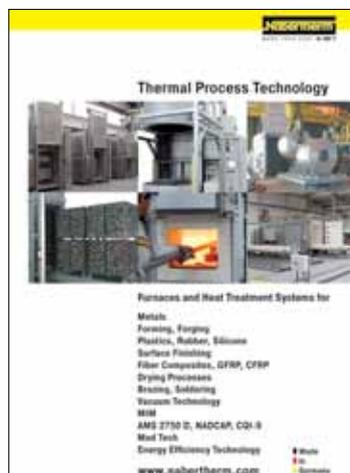
### N 15/65HA, N 30/45HA - N 500/85HA

Ces fours à chambre à convection forcée se caractérisent tout particulièrement par leur excellente homogénéité dans la répartition des température. Ils conviennent ainsi parfaitement aux process tels que le refroidissement, la cristallisation, la préchauffe, le durcissement, mais aussi pour de nombreux process dans le domaine de la construction d'outils. Leur construction modulaire leur permet de s'adapter aux exigences du process en les complétant par de nombreuses options disponibles.



N 15/65HA en tant que modèle de paillasse

- Tmax 450 °C, 650 °C ou 850 °C
- Convection forcée horizontale
- Porte charnière à ouverture sur la droite
- Homogénéité dans la répartition des température selon DIN 17052-1 jusqu'à  $\Delta T$  8 K voir page 63
- Chauffage sur quatre côtés (sole, côtés et voûte)
- Répartition optimale de l'air du fait de la vitesse de circulation élevée
- Plaque de sole et supports pour deux plaques supplémentaires compris dans la livraison (N 15/65 HA sans clayette)
- Moufle interne en acier inoxydable
- Châssis compris dans les fournitures, N 15/65 HA en tant que modèle de paillasse
- Armoire de commande avec relais statique
- Description de la régulation voir page 60



**Pour toute information plus détaillée concernant les fours à chambre à convection, demandez également notre catalogue spécial!**

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche- ment électrique*	Poids en kg
		l	p	h		L	P	H			
N 30/45 HA	450	290	420	260	30	607 + 255	1175	1315	3,6	monophasé	195
N 60/45 HA	450	350	500	350	60	667 + 255	1250	1400	6,6	triphase	240
N 120/45 HA	450	450	600	450	120	767 + 255	1350	1500	9,6	triphase	310
N 250/45 HA	450	600	750	600	250	1002 + 255	1636	1860	19,0	triphase	610
N 500/45 HA	450	750	1000	750	500	1152 + 255	1886	2010	28,0	triphase	1030
N 15/65 HA <sup>1</sup>	650	295	340	170	15	470	845	460	2,7	monophasé	55
N 30/65 HA	650	290	420	260	30	607 + 255	1175	1315	6,0	triphase <sup>2</sup>	195
N 60/65 HA	650	350	500	350	60	667 + 255	1250	1400	9,6	triphase	240
N 120/65 HA	650	450	600	450	120	767 + 255	1350	1500	13,6	triphase	310
N 250/65 HA	650	600	750	600	250	1002 + 255	1636	1860	21,0	triphase	610
N 500/65 HA	650	750	1000	750	500	1152 + 255	1886	2010	31,0	triphase	1030
N 30/85 HA	850	290	420	260	30	607 + 255	1175	1315	6,0	triphase <sup>2</sup>	195
N 60/85 HA	850	350	500	350	60	667 + 255	1250	1400	9,6	triphase	240
N 120/85 HA	850	450	600	450	120	767 + 255	1350	1500	13,6	triphase	310
N 250/85 HA	850	600	750	600	250	1002 + 255	1636	1860	21,0	triphase	610
N 500/85 HA	850	750	1000	750	500	1152 + 255	1886	2010	31,0	triphase	1030

<sup>1</sup>Modèle de paillasse

<sup>2</sup>Chauffage uniquement entre 2 phases

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

## Fours à chambre à convection d'air pour applications en salle blanche



NAC 500/65



NAC 120/65

### NAC 120/65 - NAC 500/65

Pour certains processus de traitement thermique il est important de réduire au minimum les dépôts de particules dans la chambre de four et dans l'environnement de travail. Pour ces applications, les fours à chambre à convection d'air de la série NAC s'imposent. L'intérieur en inox offre la plus grande protection possible contre les impuretés grâce à son isolation. Suivant l'exécution et la classe de pureté salle blanche spécifiée, les fours peuvent être équipés en conséquence.

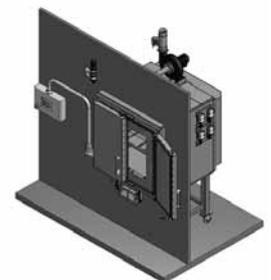
- Tmax 650 °C
- Chambre de four dans les tailles standards de 120 à 500 litres
- Tailles personnalisées, également pour la production jusqu'à plus de 10000 l (modèles KTR)
- Carcasse à double paroi pour des températures extérieures basses
- Isolation en laine minérale à revêtement en aluminium permettant de minimiser les émissions dans le lieu d'implantation
- Intérieur de four en inox 1.4301 à soudage étanche
- Porte à joints en silicone
- Circulation d'air horizontale avec caisson conducteur d'air offrant une homogénéité optimale dans la répartition des température
- Chauffage par radiateur tubulaire placé derrière le caisson conducteur d'air
- Une clayette d'enfournement est comprise dans la fourniture

### Equipement options

- Exécution sans silicone avec joint de porte en Viton
- Intérieur électropoli
- Trappes motorisées d'aération et d'évacuation des gaz
- Système de refroidissement réduisant les temps de processus
- Fenêtre d'inspection dans la porte
- Systèmes manuels ou automatiques de mise sous gaz
- Réglage de vitesse du moteur de convection d'air
- Clayette d'enfournement supplémentaire
- Commande et enregistrement des processus avec le progiciel MV Controltherm MV voir page 61



KTR 8000 comme four de production en salle blanche



Solution salle blanche/salle grise avec chargement et commande en salle blanche



Four à convection forcée N 250/65 HAC avec chambre en exécution sans particules. La porte du four se trouve dans la chambre blanche pour le chargement, classe 100, chambre du four dans la chambre grise située derrière.

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/kW	Branchement électrique*
		l	p	h	L	P	H		
N 120/65 HAC	650	450	600	450	900 + 255	1600	1600	9,6	triphasé
N 250/65 HAC	650	600	750	600	1050 + 255	1750	1750	18,6	triphasé
N 500/65 HAC	650	750	900	750	1120 + 255	1900	1900	27,6	triphasé

Sous réserve de modifications techniques, notamment des dimensions extérieures  
\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

## Fours tubulaires compacts



RD 15/150/13



RD 30/200/11

### RD 15/150/11 - RD 30/200/13

Le rapport performances/prix imbattable des fours de la série RD est absolument convaincant, mais aussi leurs dimensions extérieures particulièrement réduites et leur faible poids. Ces multitalents sont équipés d'un tube de travail qui sert en même temps de support des fils de résistance. Le tube de travail fait ainsi partie intégrante du système de chauffage du four, ce qui présente l'avantage d'obtenir une grande rapidité de la montée en température. Les fours sont disponibles pour 1100 °C ou 1300 °C.

Tous les modèles sont conçus pour utilisation horizontale. Si le client souhaite une atmosphère protectrice, un tube de travail séparé (en verre quartzé par ex.) devra être inséré dans le tube de travail.



Régulateur de sécurité de surchauffe

- Tmax 1100 °C ou 1300 °C
- Carcasse en tôles structurées en acier inoxydable
- Diamètre extérieur du tube de 15 mm ou 30 mm, longueur chauffée de 150 mm ou 200 mm
- Tube de travail en matériau C 530 avec deux bouchons en matériau fibreux en standard
- Thermocouple de type K (1100 °C) ou S (1300 °C)
- Fonctionnement silencieux du chauffage avec relais statiques
- Fils de résistance directement enroulés sur le tube de travail, autorisant une montée en température très rapide
- Description de la régulation voir page 60

### Équipement complémentaire

- Régulateur de sécurité de surchauffe avec température de coupure réglable pour la classe de protection thermique 2 selon EN 60519-2 assurant la protection contre la surchauffe du four et de la pièce
- Tube de travail supplémentaire, inséré dans le tube intégré, permettant un fonctionnement sous gaz protecteur par ex.
- Ensemble d'alimentation en gaz pour gaz protecteur ou vide
- Modèle en tant que four d'essai à thermocouple voir page 42

Modèle	Tmax °C <sup>1</sup>	Dimensions extérieures en mm			Ø de tube intérieur/mm	Longueur chauffée mm	Longueur à température constante ΔT 10 K	Puissance raccordée/kW	De 0 à Tmax en minutes <sup>2</sup>	Branchement électrique <sup>3</sup>	Poids en kg
		L	P	H							
RD 15/150/11	1100	300	170	320	15	150	50	1,0	20	monophasé	10
RD 30/200/11	1100	350	200	350	30	200	65	1,5	20	monophasé	12
RD 15/150/13	1300	300	170	320	15	150	50	1,0	25	monophasé	10
RD 30/200/13	1300	350	200	350	30	200	65	1,5	25	monophasé	12

<sup>1</sup>Indication de Tmax à l'extérieur du tube. Température de travail pouvant être réellement atteinte dans le tube env. 50 °C en moins.

<sup>2</sup>Pour branchement sous 230 V 1/N/PE ou 400 V 3/N/PE

<sup>3</sup>Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60



R 50/250/12



R 100/750/13

### R 50/250/12 - R 120/1000/13

Ces fours tubulaires compacts pour paillasse avec armoire de puissance et de régulation intégrée peuvent être utilisés pour de nombreuses applications. Équipés en série d'un tube de travail en C 530 et de deux bouchons en fibres, ces fours conviennent par leur rapport qualité/prix imbattable.

- Tmax 1200 °C ou 1300 °C
- Carcasse en inox à la surface structurée
- Diamètre extérieur du tube de 50 à 120 mm, longueurs chauffées de 250 à 1000 mm
- Tube de travail en C 530 avec deux bouchons en fibres en série
- Thermocouple de type S
- Chauffage silencieux fonctionnant avec des relais statiques
- Tube de travail standard selon le tableau de la page 47
- Description de la régulation voir page 60

#### Options

- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle pour classe de protection thermique 2 conformément à la norme EN 60519-2 pour protéger le four et le produit des risques de surchauffe
- Régulation de la charge avec mesure de la température dans le tube de travail et dans la chambre du four derrière le tube voir page 43
- Modèle à trois zones avec régulation HiProSystem (longueur chauffée à partir de 750 mm, pour les modèles à 1300 °C)
- Autres tubes de travail possible selon le tableau de la page 47
- Autres accessoires voir pages 44
- Ensembles d'alimentation en gaz possibles pour le fonctionnement sous gaz protecteur et sous vide voir page 44
- Commandes et enregistrement des processus avec le progiciel MV Controltherm MV voir page 61



R 50/250/13 avec installation de mise sous gaz

Modèle	Tmax °C <sup>3</sup>	Dimensions extérieures en mm			Ø de tube extérieur/mm	Longueur chauffée mm	Longueur à température constante ΔT 10 K	Longueur de tube mm	Puissance raccordée/kW	Branchement électrique*	Poids en kg
		L	P	H							
R 50/250/12	1200	400	240	490	50	250	80	450	1,2	monophasé	20
R 50/500/12	1200	650	240	490	50	500	170	700	1,8	monophasé	25
R 100/750/12	1200	1000	360	640	90	750	250	1070	3,6	monophasé	80
R 120/1000/12	1200	1300	420	730	120	1000	330	1400	6,0	triphasé <sup>2</sup>	170
R 50/250/13	1300	400	240	490	50	250	80	450	1,3	monophasé	35
R 50/500/13	1300	650	240	490	50	500	170	700	2,4	monophasé	48
R 100/750/13 <sup>1</sup>	1300	1000	360	640	90	750	250	1070	4,4	triphasé <sup>2</sup>	120
R 120/1000/13 <sup>1</sup>	1300	1300	420	730	120	1000	330	1400	6,5	triphasé <sup>2</sup>	230

<sup>1</sup>Ces modèles sont également disponibles à trois zones

<sup>2</sup>Chauffage uniquement entre 2 phases

<sup>3</sup>Indication de Tmax à l'extérieur du tube. Température de travail pouvant être réellement atteinte dans le tube env. 50 °C en moins.

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

## Fours tubulaires universels avec support pour utilisation horizontale et pour utilisation verticale



RT 50-250/11 avec système d'alimentation en gaz pour azote



RT 50-250/13

### RT 50-250/11 - RT 30-200/15

Ces fours tubulaires compacts sont utilisés pour les essais de laboratoire devant être effectués horizontalement, verticalement ou selon des angles donnés. Grâce au réglage variable de l'angle d'inclinaison et de la hauteur de travail et à leur forme compacte, ces fours peuvent aussi être intégrés dans des installations existantes.



RT 80-250/11S en version rabattable

- Tmax 1100 °C, 1300 °C ou 1500 °C
- Structure compacte
- Utilisation verticale ou horizontale réglable librement
- Hauteur de travail réglable au choix
- Tube de travail en C 530
- Thermocouple de type S
- Utilisation possible également indépendamment du support en respectant les consignes de sécurité
- Installation de commande avec programmateur montée dans le socle du four
- Autres accessoires voir page 44
- Description de la régulation voir page 60

Modèle	Tmax °C	Dimensions extérieures en mm			Ø de tube intérieur/mm	Longueur chauffée mm	Longueur à température constante ΔT 10 K	Longueur de tube mm	Puissance raccordée/kW	Branchement électrique*	Poids en kg
		L	P	H							
RT 50-250/11	1100	350	380	740	50	250	80	360	1,8	monophasé	25
RT 50-250/13	1300	350	380	740	50	250	80	360	1,8	monophasé	25
RT 30-200/15	1500	445	475	740	30	200	70	360	1,8	monophasé	45

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

## Fours tubulaires haute température universels avec résistance SiC sous gaz ou sous vide



RHTC 80-230

RHTC 80-450/15 avec système d'alimentation en gaz manuel

### RHTC 80-230/15 - RHTC 80-710/15

Ces fours tubulaires compacts à chauffage par barres SiC et installation de commande intégrée avec programmateur sont d'utilisation universelle pour de nombreux process. Un tube de travail facile à changer ainsi que la possibilité standard de monter des accessoires rendent leur utilisation très flexible dans un large domaine d'application. Une isolation fibreuse de grande qualité autorise de courts temps de chauffage et de refroidissement et les barres chauffantes disposées parallèlement au tube de travail garantissent une excellente homogénéité dans la répartition des températures. Le rapport qualité/prix est imbattable dans cette plage de température.

- Tmax 1500 °C
- Carcasse en inox à la surface structurée
- Isolation fibreuse de grande qualité
- Refroidissement actif de la carcasse pour les basses températures de surface
- Thermocouple type S
- Chauffage silencieux fonctionnant avec des relais statiques
- Préparé pour le montage de tubes de travail à brides à refroidissement à l'eau
- Tube céramique de qualité C 799
- Tube de travail standard selon le tableau de la page 47
- Description de la régulation voir page 60

#### Options

- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle pour classe de protection thermique 2 conformément à la norme EN 60519-2 pour protéger le four et le produit des risques de surchauffe
- Régulation de la charge avec mesure de la température dans le tube de travail et dans la chambre du four derrière le tube voir page 43
- Bouchons en fibres
- Un clapet de anti-retour sur la sortie de gaz empêche la pénétration d'air parasite
- Tubes de travail pour le fonctionnement avec des brides à refroidissement à l'eau
- Indication de la température dans le tube de travail avec thermocouple supplémentaire
- Ensembles d'alimentation en gaz possibles pour le fonctionnement sous gaz protecteur et sous vide voir page 44
- Autres tubes de travail possible selon le tableau de la page 47



Chauffage par barres SiC

Modèle vertical	Tmax °C <sup>3</sup>	Dimensions extérieures en mm			Ø de tube extérieur/mm	Longueur chauffée mm	Longueur à température constante ΔT 10 K	Longueur de tube mm	Puissance raccordée/kW	Branchement électrique*	Poids en kg
		L	P	H							
RHTC 80-230/15	1500	600	430	580	80	230	80	600	6,3	triphase <sup>2</sup>	50
RHTC 80-450/15	1500	820	430	580	80	450	150	830	9,5	triphase <sup>1</sup>	70
RHTC 80-710/15	1500	1070	430	580	80	710	235	1080	11,7	triphase <sup>1</sup>	90

<sup>1</sup>Chauffage uniquement entre 2 phases

<sup>2</sup>Chauffage uniquement sur une phase

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

<sup>3</sup>Indication de Tmax à l'extérieur du tube. Température de travail pouvant être réellement atteinte dans le tube env. 50 °C en moins.

# Fours tubulaires ouvrant pour utilisation horizontale ou pour utilisation verticale jusqu'à 1300 °C sous gaz ou sous vide



RS 50/500/11 avec ensemble d'alimentation en gaz 1



Système d'alimentation en gaz pour gaz protecteur non combustible avec robinet de sectionnement et débitmètre à vanne de régulation, tubulure prête à être raccordée



RS 80/750/13 avec support en option pour utilisation verticale

## RS 80/300/11 - RS 170/1000/13

Les fours tubulaires RS sont utilisables aussi bien horizontalement que verticalement. La vaste gamme d'accessoires permet d'adapter parfaitement ces fours tubulaires professionnels à votre application. Grâce aux différents ensembles d'alimentation en gaz, il est possible de travailler sous atmosphère gazeuse protectrice, sous vide ou même avec des gaz combustibles.

- Tmax 1100 °C ou 1300 °C
- Carcasse en inox à la surface structurée
- Tmax 1100 °C : thermocouple de type K
- Tmax 1300 °C : thermocouple de type S
- Pour le fonctionnement à la verticale, avec support vertical supplémentaire, montage ultérieur possible
- Four ouvrant pour une mise en place aisée du tube de travail
- Tube de travail en C 530 fourni pour l'utilisation à l'air
- Installation de commande séparée du four avec programmeur dans une armoire murale ou sur pied
- Tube de travail standard selon le tableau de la page 47
- Description de la régulation voir page 60

Modèle	Tmax °C <sup>5</sup>	Dimensions extérieures <sup>3</sup> en mm			Max. Ø de tube extérieur/mm	Longueur chauffée mm	Longueur à température constante ΔT 10 K	Longueur de tube mm	Puissance raccordée/kW	Branchement électrique*	Poids en kg
		L <sup>2</sup>	P	H							
RS 80/300/11	1100	555	475	390	80	300	100	650	1,8	monophasé	80
RS 80/500/11	1100	755	475	390	80	500	170	850	3,4	monophasé	90
RS 80/750/11	1100	1005	475	390	80	750	250	1100	4,6	triphasé <sup>4</sup>	105
RS 120/500/11	1100	755	525	440	120	500	170	850	4,8	triphasé <sup>4</sup>	95
RS 120/750/11	1100	1005	525	440	120	750	250	1100	6,3	triphasé <sup>4</sup>	110
RS 120/1000/11	1100	1255	525	440	120	1000	330	1350	9,0	triphasé <sup>4</sup>	125
RS 170/750/11	1100	1005	575	490	170	750	250	1100	7,0 <sup>7</sup>	triphasé <sup>4</sup>	115
RS 170/1000/11	1100	1255	575	490	170	1000	330	1350	9,0 <sup>7</sup>	triphasé <sup>4</sup>	130
RS 80/300/13	1300	555	475	390	80	300	100	650	3,6	monophasé	80
RS 80/500/13	1300	755	475	390	80	500	170	850	6,0	triphasé <sup>4</sup>	90
RS 80/750/13	1300	1005	475	390	80	750	250	1100	9,3	triphasé <sup>4</sup>	105
RS 120/500/13	1300	755	525	440	120	500	170	850	7,8	triphasé <sup>4</sup>	95
RS 120/750/13	1300	1005	525	440	120	750	250	1100	12,6	triphasé <sup>4</sup>	110
RS 120/1000/13	1300	1255	525	440	120	1000	330	1350	12,6	triphasé <sup>4</sup>	125
RS 170/750/13	1300	1005	575	490	170	750	250	1100	12,6	triphasé <sup>4</sup>	115
RS 170/1000/13	1300	1255	575	490	170	1000	330	1350	12,6	triphasé <sup>4</sup>	130

<sup>1</sup>Chauffage uniquement entre 2 phases

<sup>2</sup>Sans tube

<sup>3</sup>Dimensions extérieures pour utilisation verticale sur demande

<sup>5</sup>Indication de Tmax à l'extérieur du tube. Température de travail pouvant être réellement atteinte dans le tube env. 50 °C en moins.

<sup>7</sup>Les valeurs ne concernent que le modèle à 1 zone

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60



La série de fours tubulaires RS peut être complétée par différents accessoires pour l'adapter exactement à vos besoins. Les accessoires vont de divers tubes de travail fabriqués dans différents matériaux à des accessoires pour utilisation sous gaz protecteur et sous vide. Pour une homogénéité dans la répartition des températures, tous les fours RS sont aussi disponibles comme fours tubulaires à trois zones avec commande API moderne. Cette régulation à trois zones compense la perte thermique aux extrémités du tube, ce qui se traduit par une zone uniforme prolongée. Vous trouverez à la page 44 une vue d'ensemble de la gamme complète d'accessoires.

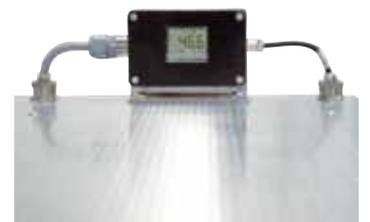
RS 120/1000/13S avec tube étanche au gaz, régulation de la charge et clapet de anti-retour sur la sortie de gaz

### Options

- Régulation de la charge avec mesure de la température dans le tube de travail et dans la chambre du four derrière le tube voir page 43
- Tubes de travail conçus en fonction des exigences de l'application
- Indication de la température dans le tube de travail avec thermocouple supplémentaire
- Différents ensembles à gaz (page 44) pour l'utilisation sous gaz protecteur et sous vide
- Modèle à trois zones pour optimiser la homogénéité dans la répartition des températures
- Un clapet de anti-retour sur la sortie de gaz empêche la pénétration d'air parasite
- Demi-coques en céramique pour protéger les résistances ou servir de support aux charges
- Mesure optique de la température pour permettre l'utilisation en four à passage
- Support pour utilisation verticale
- Base avec installation de commande intégrée et programmeur
- Autres tubes de travail possible selon le tableau de la page 47
- Autres accessoires voir page 44



Verre quartz et brides pour une utilisation sous gaz protecteur en option



Mesure optique de la température pour permettre l'utilisation en four à passage

RS 120/750/13 avec ensemble d'alimentation en gaz 4, application sous hydrogène

## Fours tubulaires rotatifs pour procédés continus et/ou discontinus (batch)



RSR-U 120/500/11 pour procédé discontinu (batch) avec mécanisme de basculement permettant un remplissage et un prélèvement faciles du réacteur



RSR-B 80/300/11, modèle pour paillasse conçu pour procédé discontinu

### RSR 80-500/11 - RSR 120-1000/13, RSR-B 80-500/11 - RSR-B 120-1000/11

Les fours tubulaires rotatifs de la série RSR constituent la solution idéale lorsque la conservation de la caractéristique granulaire du matériau est essentielle, comme dans le cas du séchage ou de la calcination. La rotation permanente du tube de travail fait en sorte que la charge reste toujours en mouvement.

Ces modèles peuvent être exécutés en vue de procédés continus et/ou discontinus, aussi appelés procédés batch. En fonction du procédé, de la charge et de la température maximale requise, les tubes de travail peuvent être choisis en verre quartzéux, céramique ou métal.

Selon l'application, ces modèles peuvent être transformés en petites installations de fabrication en les complétant par des accessoires utiles comme une trémie de remplissage, une vis de transport électrique pour l'alimentation en matériau ou des systèmes de mise sous gaz protecteur. Ils fonctionnent à l'air, sous gaz protecteur et même sous vide. L'équipement nécessaire dans ce cas est également disponible en équipement complémentaire.

Exécution standard pour tous les modèles

- Carcasse en tôles structurées en acier inoxydable
- Prélèvement hors du tube de travail ou du réacteur de toute facilité grâce à un système d'entraînement sans courroie et une carcasse de four rabattable
- Entraînement réglable progressivement de 1-20 tr/min env.
- Description de la régulation voir page 60

Equipement options pour tous les modèles

- Autres diamètres de tube ou longueurs chauffées
- Systèmes manuels ou automatiques de mise sous gaz protecteur
- Raccord tournant hermétique pour raccordement aux systèmes de mise sous gaz protecteur
- Clapet anti-retour à la sortie de gaz pour éviter de faux appels d'air
- Régulation du chauffage en trois zones pour une homogénéité dans la répartition des température optimale
- Affichage de la température dans le tube de travail avec mesure au moyen d'un thermocouple supplémentaire
- Régulation de la charge par un thermocouple supplémentaire monté dans le tube de travail



Pièces d'adaptation pour le fonctionnement avec tube de travail ou réacteur de process en alternance



Kit de raccordement pour le fonctionnement sous vide



RSR 120/1000/13 avec trémie de remplissage et bouteille de récupération à la sortie

#### Exécution standard pour les procédés discontinus

- Tmax 1100 °C
- Thermocouple de type K
- Four en modèle pour paillasse avec réacteur en verre quartzé qui s'ouvre des deux côtés
- Le réacteur est sorti du four pour être vidé

#### Equipement options pour les procédés discontinus

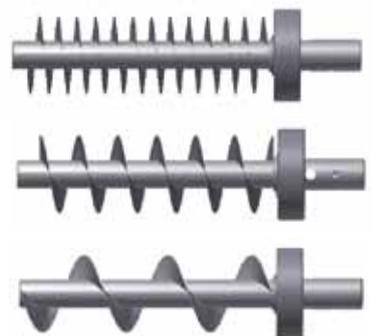
- Divers systèmes de mise sous gaz protecteur
- Modèle fonctionnant sous vide, jusqu'à  $10^{-2}$  mbars selon la pompe mise en œuvre
- Réacteur en verre quartzé qui s'ouvre des deux côtés et doté de mamelons assurant un meilleur mouvement de la charge à l'intérieur du tube
- Informations sur les différents tubes de travail voir page 39
- Ensemble permettant un chargement et un déchargement plus faciles du tube de travail proposé dans la version suivante :
  - Réacteur fermé sur un côté en verre quartzé ou inox 1.4841 équipé d'une pale pour un meilleur mixage de la charge
  - Mécanisme de basculement droite/gauche. Pour le remplissage ou le traitement thermique, le four est basculé sur la droite en butée, ce qui entraîne le transport de la charge à l'intérieur du four. Pour le vider, le four est pivoté de l'autre côté afin que la poudre puisse être transportée hors du réacteur.
  - Plus besoin de sortir le réacteur
  - Four monté sur un socle
  - Socle monté sur roulettes
- Châssis avec broche manuelle permettant de régler l'angle d'inclinaison au remplissage, lors du traitement thermique ou pour vider le tube
- Indicateur numérique de l'angle d'inclinaison du four

#### Exécution standard pour procédés continus

- Tmax 1100 °C
  - Thermocouple de type K
  - Tube de travail en verre quartzé qui s'ouvre des deux côtés



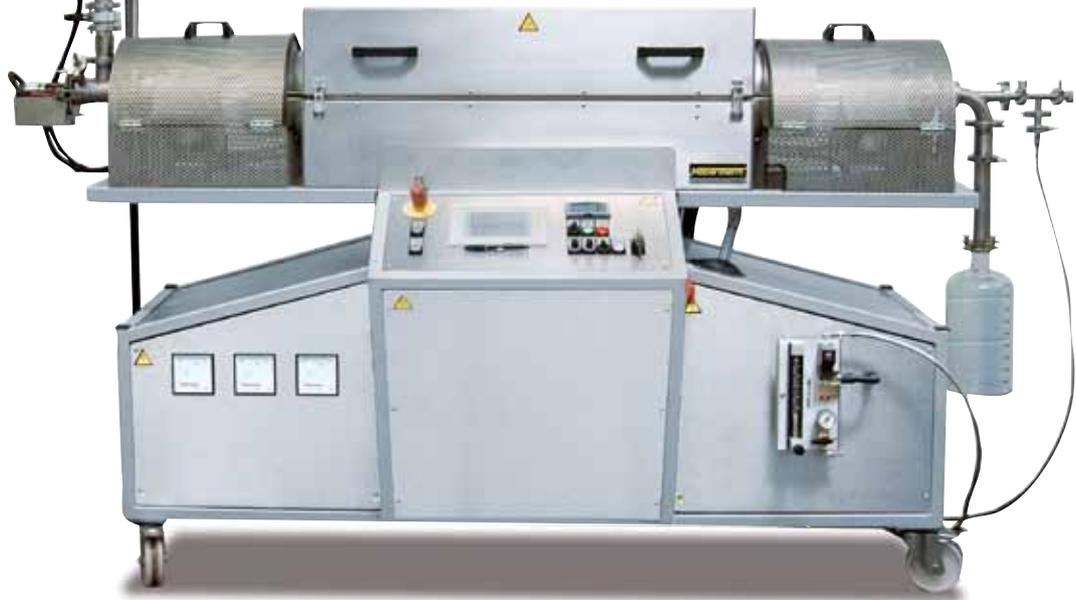
Vis de transport à vitesse réglable



Vis de transport à pentes diverses adaptées au volume à transporter



Vibrateur sur la trémie de remplissage pour améliorer l'alimentation des poudres



RSR-U 120/750/11 avec angle d'inclinaison réglable électriquement, utilisé dans les procédés continus ou discontinus

- Tmax 1300 °C
  - Thermocouple de type S
  - Tube de travail en céramique C 530 qui s'ouvre des deux côtés, n'est pas hermétique au gaz
- Modèle compact avec unité de commande et programmeur, monté dans le bâti, avec roulettes de transport
- Four monté sur socle avec entraînement à broche manuel à manivelle permettant de pré régler l'angle d'inclinaison
- Socle monté sur roulettes

#### Équipement options pour procédés continus

- Tube de travail en verre quartzé avec mamelons pour optimiser le transport de la charge, jusqu'à Tmax 1100 °C
- Tube de travail en céramique C 610 hermétique au gaz, jusqu'à Tmax 1300 °C
- Informations sur les différents tubes de travail voir page 39
- Divers systèmes de mise sous gaz protecteur assurant un bon enveloppement de la charge par le gaz protecteur, avec entrée d'un côté du tube et sortie de l'autre (uniquement en association avec une vis de transport à entraînement électrique, v. ci-après)
- Trémie de remplissage en inox équipée d'une sortie pour poudre verrouillable, également en version hermétique au gaz en équipement complémentaire
- Vibrateur électrique monté sur la trémie de remplissage pour optimiser l'alimentation du matériau à l'intérieur du tube de travail
- Vis de transport à entraînement électrique montée à l'entrée du tube de travail avec une pente de 20 mm et une vitesse réglable de 0,28 à 6 tr/min
  - Vis de transport à pente ajustée à la charge sur demande
  - Rapports de réduction ou de transmission par engrenage pour autres plages de vitesse sur demande
- Pelle de prélèvement à la sortie du tube de travail
- Bouteille de récupération en verre de laboratoire à la sortie du tube de travail
- Indicateur numérique de l'angle d'inclinaison du four
- Entraînement linéaire électrique pour régler l'angle d'inclinaison
- Modèle à transformation rapide pour procédés continus ou discontinus. Le four peut être basculé dans les deux directions sur le châssis. Le client peut insérer soit un tube de travail ouvert sur les deux côtés pour les processus à fonctionnement continu soit un réacteur fermé sur un côté (Tmax 1100 °C) pour les procédés discontinus.
- Régulation API pour le guidage de la température et la commande des groupes raccordés comme la commutation et la vitesse de la vis de transport, la vitesse du tube de travail, la commutation du vibrateur, etc..



RSR-B 120/500/11, équipé d'un réacteur fermé sur un côté pour procédé discontinu



Bouchon de fermeture hermétique au gaz pour le tube en verre quartzé fermé sur un côté



## Fours tubulaires haute température pour utilisation horizontale et pour utilisation verticale jusqu'à 1800 °C sous gaz ou sous vide



RHTH 120/600/16 avec four RT 50-250/11 monté en amont pour le préchauffage du gaz de process

### RHTH 120/150/.. - RHTH 120/600/.., RHTV 120/150/.. - RHTV 120/600/..

Les fours tubulaires haute température sont disponibles à la fois en version horizontale (type RHTH) et verticale (type RHTV). Les matériaux isolants de qualité supérieure en plaques fibreuses formées sous vide permettent une utilisation économe en énergie et un temps de chauffe élevé en raison de la faible chaleur emmagasinée et conductivité thermique. Grâce aux différents ensembles d'alimentation en gaz livrables, il est possible de travailler sous atmosphère gazeuse protectrice, sous vide ou même avec des gaz combustibles.



Régulateur de sécurité de surchauffe

- Tmax 1600 °C, 1700 °C ou 1800 °C
- Résistances MoSi<sub>2</sub> accrochés et faciles à remplacer
- Isolation en plaques fibreuses céramiques formées sous vide
- Carcasse extérieure rectangulaire avec des fentes pour le refroidissement par convection
- Modèles RHTV avec support mural
- Carcasse en inox à la surface structurée
- Tube de travail en céramique en C 799 avec bouchons en fibres pour le fonctionnement sous atmosphère ambiante compris dans l'étendue de la fourniture
- Thermocouple de type B
- Unité de puissance à transformateur basse tension et thyristor
- Régulateur de sécurité de surchauffe avec réinitialisation manuelle réglable et température de coupure réglable pour la classe de protection thermique 2 selon EN 60519-2 assurant la protection contre la surchauffe du four et de la pièce, ainsi qu'un gradient de température maximal réglable pour protéger le tube.
- Installation de commande séparée du four avec programmeur dans armoire debout distincte
- Tube de travail standard selon le tableau de la page 47
- Description de la régulation voir page 60

#### Options

- Régulation de la charge avec mesure de la température dans le tube de travail et dans la chambre du four derrière le tube voir page 43
- Tubes de travail conçus en fonction de l'application
- Indication de la température dans le tube de travail avec thermocouple supplémentaire
- Brides étanches au gaz pour une utilisation sous gaz protecteur et sous vide
- Système manuel ou automatique d'alimentation en gaz
- Version à trois ou quatre zones pour optimiser la homogénéité dans la répartition des température
- Un clapet de anti-retour sur la sortie de gaz empêche la pénétration d'air parasite
- Support pour utilisation verticale
- Autres tubes de travail possible selon le tableau de la page 47
- Autres accessoires voir page 44



RHTV 120/480/16 LB dans une exécution réalisée sur spécifications du client avec, sur un côté, un tube de travail fermé, options gaz protecteur et vide ainsi qu'un entraînement à broche pour la table élévatrice



Four tubulaire vertical RHTV 120/150/17 avec support et ensemble d'alimentation en gaz 2 en option



RHTV 120/300/15 intégré dans dans un dispositif de test de la traction

Modèle horizontal	Tmax °C <sup>3</sup>	Dimensions extérieures en mm			Max. Ø de tube extérieur/mm	Longueur chauffée mm	Longueur à température constante ΔT 10 K	Longueur de tube mm	Puissance raccordée/kW	Branchement électrique*	Poids en kg
		L <sup>2</sup>	P	H							
RHTH 120/150/..	1600 ou	470	550	640	50	150	50	380	5,4	triphasé <sup>1</sup>	70
RHTH 120/300/..	1700 ou	620	550	640	80	300	100	530	9,0	triphasé <sup>1</sup>	90
RHTH 120/600/..	1800	920	550	640	120	600	200	830	14,4	triphasé <sup>1</sup>	110

Modèle vertical	Tmax °C <sup>3</sup>	Dimensions extérieures en mm			Max. Ø de tube extérieur/mm	Longueur chauffée mm	Longueur à température constante ΔT 10 K	Longueur de tube mm	Puissance raccordée/kW	Branchement électrique*	Poids en kg
		L	P	H <sup>2</sup>							
RHTV 120/150/..	1600 ou	570	650	510	50	150	30	380	5,4	triphasé <sup>1</sup>	70
RHTV 120/300/..	1700 ou	570	650	660	80	300	80	530	10,3	triphasé <sup>1</sup>	90
RHTV 120/600/..	1800	570	650	960	120	600	170	830	19,0	triphasé <sup>1</sup>	110

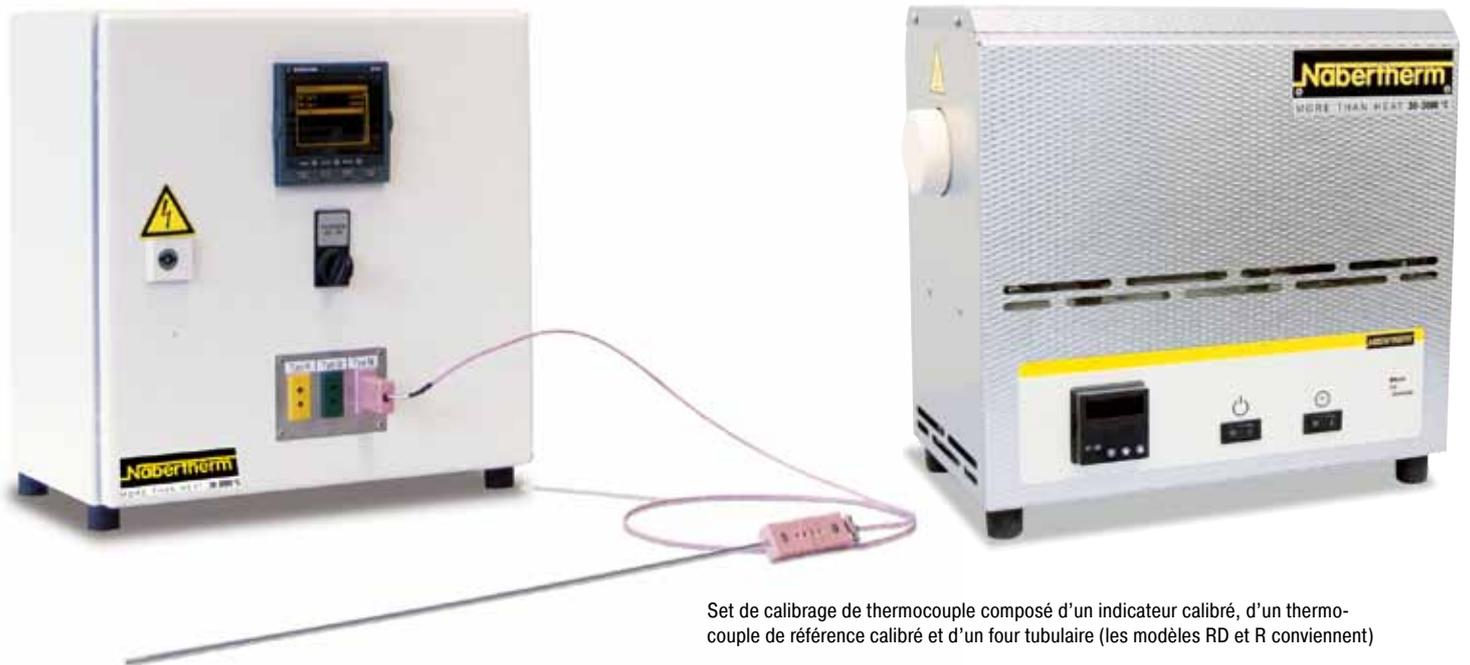
<sup>1</sup>Chauffage uniquement entre 2 phases

<sup>2</sup>Sans tube

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

<sup>3</sup>Indication de Tmax à l'extérieur du tube. Température de travail pouvant être réellement atteinte dans le tube env. 50 °C en moins..

## Set de calibrage de thermocouple



Set de calibrage de thermocouple composé d'un indicateur calibré, d'un thermocouple de référence calibré et d'un four tubulaire (les modèles RD et R conviennent)

Lors des processus de traitement thermique, une qualité continue ne peut être obtenue que grâce à un contrôle à intervalles réguliers des thermocouples de régulation et de charge. Le set de calibrage représenté sur la figure permet d'utiliser tout four tubulaire pour calibrer les thermocouples de manière professionnelle.

Le set de calibrage de thermocouple est incorporé dans un boîtier compact. Il se compose d'un indicateur de température pour deux thermocouples, d'un thermocouple de référence avec câble de compensation et connecteurs dans le boîtier pour le raccordement de différents types de thermocouple. L'indicateur et l'ensemble du tronçon de mesure vers le thermocouple de référence sont tous les deux calibrés en usine et livrés accompagnés d'un certificat de calibrage.



Différents modèles de thermocouples calibrés

Le set s'utilise avec un four tubulaire, modèle RD 30/200/11 par exemple. Le four est réglé à une température pour le calibrage. Le thermocouple de référence est introduit par un côté dans le tube de travail. Le thermocouple à calibrer est positionné de l'autre côté dans le tube. Les points de mesure des deux thermocouples doivent être les plus proches possibles. Selon le modèle du four, un bloc de compensation de température en céramique est proposé pour positionner les deux thermocouples. Une fois le temps de séjour défini écoulé, les valeurs de température mesurées pour les deux thermocouples peuvent être lues sur l'indicateur du set de calibrage de thermocouple, puis comparées.

- Boîtier compact
- Raccordement monophasé voir page 60
- Indicateur numérique du thermocouple d'essai et de celui de référence, avec certificat de calibrage par divisions de 100 °C
- Thermocouple de référence de type N avec certificat de calibrage (pour 3 températures)
- Entrées du thermocouple, de type K, S, N pour les thermocouples d'essai. Une seule entrée est possible à chaque mesurage.
- Commander le four (modèles RD ou R) séparément

### Équipement complémentaire

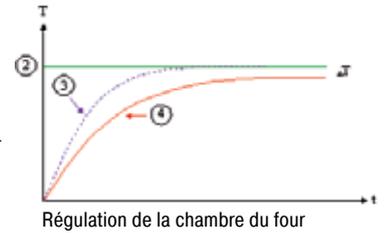
- Thermocouple de référence de type K ou S
- Autres entrées de thermocouples pour thermocouple à calibrer de type B, J ou R par exemple
- Bouchon en matériau fibreux avec traversées et bloc de compensation de température en céramique pour loger les thermocouples dans le four d'essai

## Alternatives de régulation pour fours tubulaires

### Régulation de la chambre du four

avec mesure de la température dans la chambre du four à l'extérieur du tube de travail.

- Avantages : thermocouple protégé contre tout endommagement et contre les produits agressifs, régulation très homogène, peut coûteux
- Inconvénient : différence de température en fonction du process entre celle qui est affichée sur le programmeur et celle à l'intérieur du tube



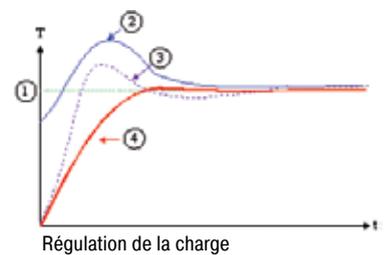
### Kit de traitement pour régulation de la chambre du four

avec en plus mesure de la température dans le tube de travail et affichage de la température

### Régulation de la charge

avec mesure de la température dans la chambre du four à l'extérieur du tube de travail comme à l'intérieur et sur la charge.

- Avantages : régulation très rapide et très précise
- Inconvénient : coûts



## Comparaison régulation de la chambre du four/Régulation de la charge

### Régulation de la chambre du four

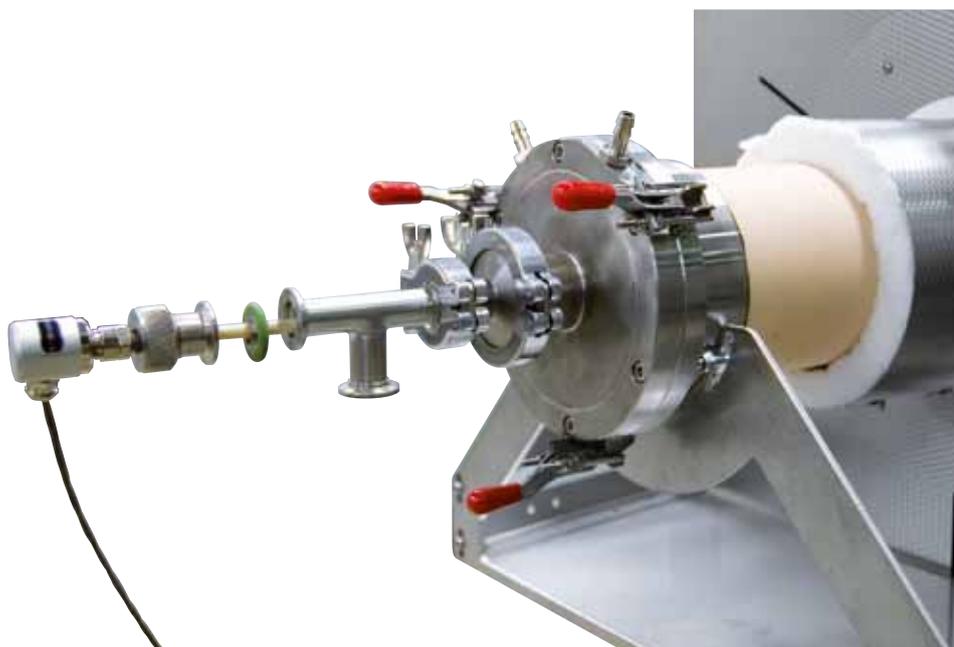
Seule la température du four est mesurée et régulée. La régulation est lente pour éviter les dépassements.

Comme la température de la charge n'est ni mesurée ni régulée dans ce cas, elle diverge de quelques degrés de la température du four.

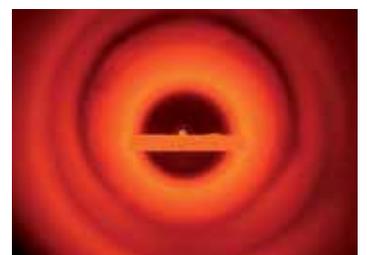
### Régulation de la charge

Quand la régulation de la charge est activée, aussi bien la température de la charge que celle à l'intérieur du four est régulée. À l'aide de différents paramètres. Les process de chauffage et de refroidissement peuvent être adaptés individuellement. Il est ainsi obtenu une régulation bien plus précise de la température de la charge.

1. Valeur de consigne de la charge
2. Valeur de consigne chambre du four
3. Valeur réelle de la chambre du four
4. Valeur réelle charge/bain/moufle/cornue



Thermocouple pour régulation de la charge dans le four RHTH 120/600/18



Passage sous hydrogène pour le frittage dans un four tubulaire de la série RHTH

## Ensembles d'alimentation en gaz/fonctionnement sous vide pour fours tubulaires R, RT, RS, RHTC, RHTH et RHTV

Grâce aux différents ensembles d'équipement complémentaire, les séries de fours tubulaires RS, RHTC, RHTH et RHTV peuvent être préparées à l'utilisation avec des gaz non combustibles et combustibles ou à l'utilisation sous vide. Les différents ensembles d'équipement complémentaire peuvent être livrés avec les fours ou achetés ultérieurement.



Ensemble d'alimentation en gaz 1 : Bouchons en fibres avec raccordement pour gaz protecteur, utilisable pour de nombreuses applications en laboratoire

### Ensemble d'alimentation en gaz 1 pour des applications simples sous gaz protecteur (pas de fonctionnement sous vide)

Cet ensemble constitue une version de base suffisante pour de nombreuses applications avec des gaz protecteurs non combustibles. Vous pouvez continuer à utiliser le tube de travail standard en C 530 livré avec le four.

- Il est possible d'utiliser un tube de travail standard
- 2 bouchons en fibres céramiques avec raccordements pour gaz protecteur
- Système d'alimentation en gaz pour gaz protecteur non combustible (Ar, N<sub>2</sub>, gaz de formation) avec robinet de sectionnement et débitmètre à vanne de régulation (débit volumique 50-500 l/h), prêt à être raccordé à la tubulure (pression d'entrée de gaz de 300 mbars à prévoir sur le site)

#### Options

- Élargissement du système d'alimentation en gaz à un deuxième ou troisième type de gaz non combustible
- Réducteur de pression en cas d'alimentation par bouteilles de gaz
- Mise sous gaz commandée par régulateur avec électrovannes supplémentaires installées sur le système de mise sous gaz, activables ou désactivables via le programmeur doté de fonctions programmables spéciales (P 330 par ex.)



Système d'alimentation en gaz pour gaz protecteur non combustible avec robinet de sectionnement et débitmètre à vanne de régulation, tubulure prête à être raccordée

### Ensemble d'alimentation en gaz 2 pour application sous gaz protecteur avec gaz non combustibles/fonctionnement sous vide

En cas d'exigences accrues concernant la pureté de l'atmosphère dans le tube de travail, nous recommandons cet ensemble d'alimentation en gaz. Le tube de travail standard est remplacé par un tube étanche en C 610 ou C 799 dans une version étanche au gaz. Outre le tube de travail rallongé, l'ensemble fourni comprend des brides étanches au gaz et un dispositif de fixation sur le four. Le système peut par ailleurs être étendu pour une utilisation sous vide.

- Tube de travail rallongé étanche au gaz en C 610 pour fours jusqu'à 1300 °C ou en C 799 pour températures supérieures à 1300 °C
- 2 brides en inox étanches au vide à refroidissement par eau avec bride KF côté échappement (alimentation en eau de refroidissement par un raccord pour tuyau de section nominale 9 à prévoir sur le site)
- Dispositif de fixation sur le four pour les brides
- Système d'alimentation en gaz pour gaz protecteur non combustible (Ar, N<sub>2</sub>, gaz de formation) avec robinet de sectionnement et débitmètre à vanne de régulation (débit volumique 50-500 l/h), vanne de sortie de gaz, tubulure prête à être raccordée (pression d'entrée de gaz de 300 mbars à prévoir sur le site)

#### Options

- Élargissement du système d'alimentation en gaz à un deuxième ou troisième type de gaz non combustible
- Réducteur de pression en cas d'alimentation par bouteilles de gaz
- Mise sous gaz commandée par régulateur avec électrovannes supplémentaires installées sur le système de mise sous gaz, activables ou désactivables via le programmeur doté de fonctions programmables spéciales (P 330 par ex.)
- Brides terminales à refroidissement par eau avec raccords rapides
- Station de refroidissement pour circuit d'eau fermé
- Hublot de contrôle pour l'observation de la charge en cas d'utilisation de brides étanches au gaz



Hublot de contrôle en option pour les brides étanches au gaz

### Fonctionnement sous vide

- Ensemble à vide pour la purge du tube de travail, composé d'une pièce intermédiaire pour la sortie de gaz, d'un robinet à bille, d'un manomètre, d'une pompe à vide primaire manuelle à palette avec tuyau ondulé flexible en inox raccordé sur la sortie de gaz, pression terminale max. pouvant être atteinte dans le tube de travail env. 10<sup>-2</sup> mbar
- Autres pompes possibles pour une pression terminale max. pouvant atteindre 10<sup>-5</sup> mbar sur demande voir page 45

## Ensemble d'alimentation en gaz 3 pour applications sous hydrogène, commande manuelle en fonctionnement surveillé

Le fonctionnement sous atmosphère hydrogénée est possible quand le four tubulaire est équipé de l'ensemble d'alimentation en gaz 3. En fonctionnement sous hydrogène, une surpression de sécurité d'env. 30 mbar est assurée dans le tube de travail. L'hydrogène en trop est brûlé dans une torchère. C'est l'opérateur qui procède manuellement à l'inertisation de la chambre de travail avant que débute le process, une fois qu'il est terminé et en cas de défaut.

- Technique de sécurité pour le fonctionnement avec des gaz combustibles avec surveillance de la torchère et de la rupture de tube par surpression
- Tube de travail prolongé, étanche au gaz
- 2 brides en inox étanches au vide, refroidies par eau (alimentation en eau de refroidissement fournie par le client par raccord)
- Torchère
- Interrupteur à poussoir pour la surveillance de la surpression de sécurité
- Système d'alimentation en gaz pour H<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>. Le réglage de la quantité s'effectue à la main (le client doit mettre une alimentation en H<sub>2</sub> de 1 bar, une alimentation en N<sub>2</sub> de 10 bars, une alimentation en air de 6-8 bars et une alimentation en propane de 300 mbars à disposition)



RHTH 120-600/18 avec ensemble d'alimentation en gaz 4 pour le fonctionnement avec de l'hydrogène

## Ensemble d'alimentation en gaz 4 pour applications sous hydrogène, fonctionnement non surveillé entièrement automatique

L'installation peut être utilisée pour le fonctionnement entièrement automatique, non surveillé, en employant une logique de sécurité étendue avec réservoir de rinçage d'urgence d'azote intégré. Équipé d'un contrôle de régulation API de sécurité, le pré-rinçage, l'injection d'hydrogène, le fonctionnement, la surveillance des défauts et le rinçage sont automatiquement exécutés à la fin du process. En cas de défaut, le tube est immédiatement rincé à l'azote et l'installation s'arrête et se met automatiquement hors tension.

### Équipement supplémentaire à l'ensemble 3

- Commande de protection étendue avec rinçage d'urgence du tube en cas de défaut
- Ballon de rinçage d'urgence
- Contrôle de régulation via API de sécurité avec écran tactile pour la saisie des données

### Options pour les ensembles 3 - 4

- Technique de sécurité simplifiée pour le fonctionnement avec injection d'hydrogène uniquement au-delà de 800 °C
  - Ouverture de tube possible quand la température de travail est supérieure à 800 °C
  - Torchère sur la sortie du tube
  - Injection d'hydrogène en dessous de 800 °C impossible, verrouillé
  - Disponible pour série RS
- Extension du système d'alimentation en gaz à d'autres types de gaz non combustibles
- Détendeur en cas d'alimentation en gaz par bouteilles de gaz
- Station de refroidissement pour circuit d'eau fermé
- Ensembles à vide (en fonctionnement sous hydrogène uniquement utilisable pour la pré-évacuation)
- Régulation API (série pour l'ensemble d'alimentation en gaz 4)
- Alimentation en gaz via contrôle de régulation massique en fonction du programme (uniquement pour le contrôle de régulation API)

## Pompes à vide

Les pompes disponibles sont différentes suivant la pression terminale voir page 58:

- Pompe rotative à palettes à un niveau pour obtenir une pression terminale d'env. 20 mbar.
- Pompe rotative à palettes à deux niveaux pour obtenir une pression terminale d'env. 10<sup>-2</sup> mbar.
- Système de pompe PT70 Dry (pompe à membrane avec turbopompe moléculaire montée en aval) pour obtenir une pression terminale de 10<sup>-5</sup> mbar

### Remarques:

Seule l'évacuation à froid est autorisée afin de protéger la pompe à vide. La réduction de la résistance du tube de travail limite la température d'utilisation maximale sous vide voir page 46.



Modèle étanche au gaz avec brides à refroidissement à eau



Brides terminales à refroidissement par eau avec raccords rapides en option



Base pour pompe à vide pour une utilisation jusqu'à 10<sup>-5</sup> mbar

## Fours tubulaires à intégrer dans des installations sur mesure



RS 100-250/11S en version ouvrante à monter dans un dispositif de contrôle



Four tubulaire à régulation à cinq zones pour une homogénéité dans la répartition des température



Fixation pour le montage des deux parties séparées du four

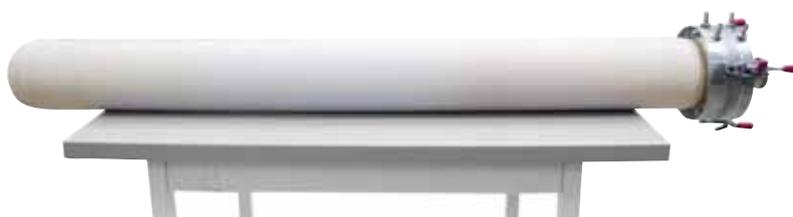


RS120/1000/11S en version séparée. Les deux demi fours sont fabriqués à l'identique et seront intégrés à un système de chauffage au gaz existant, dans un concept de gain de place

Grâce à un degré élevé de flexibilité et d'esprit innovant, Nabertherm propose LA solution optimale pour applications sur mesure.

Nous élaborons des variantes individuelles à intégrer dans les installations de process supérieures en partant de nos modèles de base. Les solutions montrées sur cette page ne représentent qu'un échantillon des possibilités. Nous trouvons toujours la solution appropriée à l'optimisation adéquate d'un process, du travail sous vide ou sous atmosphère protectrice jusqu'aux températures, tailles, longueurs et propriétés les plus diverses des installations de fours tubulaires en passant par une technologie innovante de régulation.

## Tubes de travail



Tube de travail fermé d'un côté avec brides étanches au gaz en option

Il existe différents tubes de travail suivant l'application et la température. Les spécifications techniques des différents tubes de travail se trouvent dans le tableau ci-dessous:

Matériau	Ø ext. de tube mm	Rampe de chauffage max. K/h	Atmosphère Tmax* °C	Tmax en fonctionne- ment sous vide °C	Étanche au gaz
C 530 (Sillimantín)	< 120	illimité	1300	impossible	non
	à partir de 120	200			
C 610 (Pythagoras)	< 120	300	1400	1200	oui
	à partir de 120	200			
C 799 (99,7 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	< 120	300	1800	1400	oui
	à partir de 120	200			
Verre quartz	tous	illimité	1100	950	oui
Alliage CrFeAl	tous	illimité	1300	1100	oui

\*La température maximale autorisée peut être réduite quand les atmosphères sont agressives



Différents tubes de travail au choix



## Fours de fusion pour laboratoire



K 2/10 en four à puisage avec creuset en acier pour fondre le plomb



KC 2/15

### K 1/10 - K 4/13, KC 1/15 + KC 2/15

Ces fours de fusion compacts destinés à la fusion de métaux non ferreux et d'alliages spéciaux sont uniques en leur genre et convainquent par leurs nombreux avantages techniques. Ces modèles de paillasse sont utilisés pour de nombreuses applications en laboratoire. Pratique, le système de basculement avec amortisseurs et le goulotte de coulée (pas KC) placé devant le four facilitent le dosage exact lors du versement de la matière fondue. Les fours sont disponibles pour des températures de 1000 °C, 1300 °C ou 1500 °C dans la chambre du four. Cela correspond à des températures de fusion inférieures de 80 - 110 °C.

- Tmax 1000 °C, 1300 °C ou 1500 °C, la température de fusion est inférieure d'environ 80 - 110 °C
- Tailles de creuset de 1, 2 ou 4 litres
- Creuset avec bec de coulée intégré en iso-graphite fourni
- Goulotte de coulée (pas KC) installée sur le four pour le dosage exact lors de la coulée
- Construction compacte pour paillasse, vidange simple du creuset par mécanisme basculeur avec vérin à gaz
- Creuset de chauffage du four isolé avec un couvercle rabattable, le couvercle est ouvert lors du versement
- Description de la régulation voir page 60

### Options

- Autres sortes de creusets disponibles, par exemple en acier ou SiC
- Exécution sous forme de four à puisage sans support basculant, pour la fonte du plomb par ex.
- Contrôleur de température pour protéger la chambre du four contre les températures excessives. Le contrôleur déconnecte le chauffage, lorsque la température limite paramétrée est atteinte et ne le remet en marche que lorsque la température baisse de nouveau
- Trou de regard pour observer la fusion

Modèle	Tmax °C	Creuset	Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/kW	Branchement électrique*	Poids en kg
				L	P	H			
K 1/10	1000	A 6	1,0	520	680	660	3,0	monophasé	85
K 2/10	1000	A10	2,0	520	680	660	3,0	monophasé	90
K 4/10	1000	A25	4,0	570	755	705	3,6	monophasé	110
K 1/13 <sup>2</sup>	1300	A 6	1,0	520	680	660	3,0	monophasé	120
K 2/13 <sup>2</sup>	1300	A10	2,0	520	680	660	3,0	monophasé	125
K 4/13 <sup>2</sup>	1300	A25	4,0	570	755	705	5,5	triphase <sup>1</sup>	170
KC 1/15 <sup>3</sup>	1500	A6	1,0	580	630	580	10,5	triphase	170
KC 2/15 <sup>3</sup>	1500	A10	2,0	580	630	580	10,5	triphase	170

<sup>1</sup>Chauffage uniquement entre 2 phases

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

<sup>2</sup>Dimensions extérieures, transformateur dans la carcasse séparée en sus (500 x 570 x 300 mm)

<sup>3</sup>Installation de commande et programmeur dans armoire debout distincte



KC 2/15

## Fours de test de cuisson rapide

### LS 12/13 et LS 25/13

Ces modèles sont particulièrement bien adaptés à la simulation de process de cuisson rapide pour une température de cuisson de 1300 °C. Une faible inertie thermique combinée à une ventilation puissante permet des temps de cycles de froid à froid pouvant aller jusqu'à 35 mn.

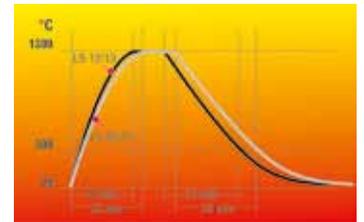
- Tmax 1300 °C
- Construction très compacte
- Positionnement de la charge sur tubes céramique
- Résistances en sole et voûte
- 2 zones de régulation, sole et voûte indépendantes
- Ventilateur de refroidissement intégré, à programmation pour raccourcir les temps de refroidissement du produit avec refroidissement de la carcasse du four
- Ouverture du couvercle programmable d'environ 20 mm pour refroidir plus rapidement sans utiliser la soufflerie
- Thermocouple PtRh-Pt de type S pour les zones haute et basse
- Monté sur roulettes pour un déplacement aisé
- Description de la régulation voir page 60



LS 12/13

Modèle	Tmax	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche- ment électrique*	Poids en kg
	°C	l	p	h		L	P	H			
LS 12/13	1300	350	350	40	12	600	800	985	15	triphasé	130
LS 25/13	1300	500	500	100	25	750	985	1150	22	triphasé	160

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60



Courbes de cuisson LS 12/13 und LS 25/13

## Fours à gradient ou à passage

### GR 1300/13

La chambre du four à gradient GR 1300/13 est divisée en six zones de régulation de même longueur. La température dans chacune de ces six zones de chauffage est réglable séparément. Le four se charge normalement par le côté par la porte pivotante parallèle qui y est montée. Il est ainsi possible de régler de manière stable un gradient de température de 400 °C maximum sur la longueur chauffée de 1300 mm. Sur demande, le four peut être doté d'une seconde porte du côté opposé pour fonctionner en tant que four à passage. Des cloisonnements de la chambre en matériau fibreux sont également disponibles en équipement complémentaire. Ils divisent l'espace du four en six chambres de même taille. Le chargement s'opère alors par le haut en ouvrant le grand couvercle.

- Tmax 1300 °C
- Longueur chauffée: 1.300 mm
- Eléments chauffants sur des tubes porteurs pour une meilleure efficacité, consommation électrique limitée et durée de vie de résistances élevée.
- Chargement par le haut ou par la porte pivotante parallèle montée en face avant
- Ouverture du couvercle assisté par vérin
- 6 zones de régulation
- Régulation indépendante pour chacune des 6 zones de chauffage (160 mm par zone)
- Gradient thermique de 400 °C sur la longueur totale
- Description de la régulation voir page 60

#### Options

- Jusqu'à dix zones de régulation
- Cloisonnements en matériau fibreux pour chacune des six chambres
- Seconde porte pivotante parallèle pour permettre l'utilisation en four à passage
- Four à passage en exécution verticale au lieu d'horizontale



GR 1300/13



Chambre du four du GR 1300/13 avec seconde porte en option

Modèle	Tmax	Dimensions intérieures en mm			Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche- ment électrique*	Poids en kg
	°C	l	p	h	L	P	H			
GR 1300/13	1300	1300	100	60	1660	740	1345	18	triphasé	300

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

## Fours à coupole/d'incinération



N 110/HS avec porte guillotine manuelle et armoire de puissance intégrée



Four vertical S 73/HS en version sur mesure avec couvercle roulant pour les charges importantes dans les creusets

### N 110/HS

Le four N 110/HS est spécialement conçu pour la coupellation de métaux précieux pour lesquels l'isolation et le chauffage doivent être protégés des échappements de gaz et vapeurs. La chambre du four est formée d'un moufle céramique qui peut être remplacée aisément. Dans la version standard, le moufle est fermé par un bouchon en pierre. Ce système peut être remplacé sur demande par une porte guillotine.

- Tmax 1300 °C
- Chauffage du moufle sur 4 côtés
- Résistances et isolation protégés par le moufle céramique
- Remplacement facile de la moufle
- Porte guillotine manuelle
- Porte-outils sur le four
- Hotte en inox d'évacuation de l'air au-dessus de l'ouverture de la porte pour le raccordement à un système d'évacuation de l'air
- Table avec tablette céramique encastrée devant l'ouverture du moufle pour déposer le produit
- Face avant avec grande porte de service pour un accès aisé à la chambre du four derrière le moufle
- Carcasse double paroi avec refroidissement par soufflerie pour réduire les températures extérieures
- Base avec installation de commande intégrée et programmeur
- Description de la régulation voir page 60

### Options

- Entraînement électrique de la porte guillotine à manipulation à 2 mains
- Deuxième table à plaque céramique intégrée en dessous de la table en série



N 7/HS en tant que cubilot de laboratoire



Chambre du four S 73/HS protégée par des barres SIC

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ kW	Branche- ment électrique*	Poids en kg
		l	p	h		L	P	H			
N 110/HS	1300	260	340	95	8,0	760	790	1435	22	triphasé	510
S 73/HS	1200	530	380	360	73,0	1050	1530	900	26	triphasé	890
N 7/HS	1150	180	240	80	3,5	750	640	580 <sup>1</sup>	3	monophasé	65

<sup>1</sup>Plus 100 mm pour la cheminée d'extraction

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

## Systèmes de postcombustion catalytique et thermique, Système de lavage des gaz d'échappement



Four à moufle de laboratoire standard L 5/11 avec catalyseur KAT 50 voir page 13



Système de lavage pour la purification des gaz d'échappement du processus par lavage

### Systèmes de postcombustion catalytique et thermique KNV et TNV, Système de lavage des gaz d'échappement

Pour purifier l'air, en particulier lors du déliantage, Nabertherm propose des systèmes de purification des gaz de combustion calqués sur le processus. Le système de postcombustion est raccordé fixement aux manchons des gaz d'évacuation du four et intégré à la régulation et à la matrice de sécurité. Pour les installations de four existantes, Nabertherm peut proposer des systèmes de purification des gaz de combustion indépendants du four, à régulation et fonctionnement séparés.

Les systèmes catalytiques de purification des gaz de combustion sont une solution, pour des raisons énergétiques en particulier, lorsque, en cours de processus de déliantage à l'air, il faut purifier exclusivement des composés hydrocarbonés purs. Les systèmes thermiques de purification des gaz de combustion sont appliqués dès que de grands volumes de gaz de combustion à partir du processus de déliantage à l'air doivent être purifiés ou qu'il y a un risque de détérioration d'un catalyseur par les gaz d'évacuation. Les systèmes de postcombustion thermique sont également mis en œuvre lors du déliantage sous gaz protecteurs ou sous hydrogène.

Un système de lavage des gaz d'échappement est souvent utilisé en présence de quantités de gaz d'échappement plus importantes ou s'il se produit des gaz d'échappement impossibles à retraiter par torches de brûlage ou par postcombustion thermique. Les gaz d'échappement sont véhiculés à travers une douche d'eau et se transforment en condensat.

#### Systèmes de postcombustion catalytique KNV

- Convient parfaitement aux processus de déliantage à l'air avec gaz de combustion exclusivement d'origine organique
- Purification catalytique des hydrocarbures non brûlés par décomposition en composants naturels non nocifs
- Montage dans un corps en inox compact
- Chauffage électrique pour préchauffer les gaz de combustion à la température de réaction optimale pour la purification catalytique
- Purification au niveau des différentes couches d'alvéoles du catalyseur à l'intérieur de l'installation
- Thermocouples pour mesurer les températures du gaz brut, des alvéoles réactives et de la sortie
- Limiteur de choix de température avec température de coupure réglable pour protéger le catalyseur
- Raccordement direct entre le manchon des gaz de combustion du four à déliantage et le ventilateur d'extraction avec intégration à l'ensemble du système en vue de la régulation et de la technique de sécurité
- Dimensionnement du catalyseur en fonction du volume de gaz de combustion
- Manchons d'analyse du gaz pur (FID), voir équipement options

#### Systèmes de postcombustion thermique TNV

- Convient parfaitement aux processus de déliantage à l'air dégageant de grands volumes de gaz de combustion, des bouffées de gaz de combustion, pour les forts débits ou les processus de déliantage sous gaz protecteurs, hydrogène ou sous vide
- Désagrégation thermique des gaz de combustion par brûlage à des températures jusqu'à 850 °C
- Chauffage par brûleurs à gaz compacts à commande automatique de brûleur
- Thermocouples dans le foyer et dans l'admission du gaz pur
- Limiteur de choix de température pour protéger la postcombustion thermique
- Dimensionnement en fonction du volume de gaz de combustion
- Manchons d'analyse du gaz pur (FID), voir équipement options



Four à chambre N 150/14 avec installation de postcombustion catalytique



Installation de postcombustion thermique

## Fours à pot à paroi chaude jusqu'à 1100 °C



NR 75/06 avec système de mise sous gaz automatique et panneau tactile H 3700



NR 17/06 avec ensemble d'alimentation en gaz



Chauffage intérieur, modèles NRA ../06

### NRA 17/06 - NRA 1000/11

Ces fours à pot étanches au gaz sont à chauffage direct ou indirect en fonction de la température. Ils conviennent parfaitement aux multiples traitements thermiques pour lesquels une atmosphère de gaz protecteur ou de gaz réactif est nécessaire. Ces modèles compacts peuvent être dimensionnés même pour le traitement thermique sous vide à 600 °C. La chambre du four se compose d'un moufle étanche au gaz équipé d'un refroidissement à l'eau dans la zone de la porte servant à protéger l'étanchéification spéciale de cette dernière. Equipés de la technique de sécurité adéquate, ces fours à pot conviennent également aux applications sous gaz réactifs comme l'hydrogène, ou en exécution avec l'ensemble IDB, au déliantage inerte ou au processus de pyrolyse.

Différentes variantes des modèles sont utilisées selon la plage de température requise par le processus :

#### Modèles NRA ../06 avec Tmax 650 °C

- Éléments chauffants disposés dans le moufle
- Homogénéité dans la répartition des température jusqu'à  $\Delta T$  6 K à l'intérieur de l'espace utile de 100 °C - 600 °C voir page 63
- Moufle en 1.4571
- Ventilateur de circulation en zone arrière de la cornue en vue d'optimiser l'homogénéité dans la répartition des température



Chauffage de l'extérieur tout autour du moufle, modèles NRA ../09 et NR ../11

#### Modèles NRA ../09 avec Tmax 950 °C

- Chauffage placé en dehors avec éléments chauffants tout autour du moufle ainsi que chauffage supplémentaire de la porte
- Homogénéité dans la répartition des température jusqu'à  $\Delta T$  6 K à l'intérieur de l'espace utile de 200 °C - 900 °C voir page 63
- Moufle en 1.4841
- Ventilateur de circulation en zone arrière de la cornue en vue d'optimiser l'homogénéité dans la répartition des température

#### Modèles NR ../11 avec Tmax 1100 °C

- Chauffage placé en dehors avec éléments chauffants tout autour du moufle ainsi que chauffage supplémentaire de la porte
- Homogénéité dans la répartition des température jusqu'à  $\Delta T$  10 K à l'intérieur de l'espace utile de 200 °C -



NRA 480/04S dans une exécution réalisée selon les spécifications du client

1050 °C voir page 63

■ Moufle en 1.4841

## Exécution standard pour tous les modèles

### Exécution de base

- Corps compact en construction avec cadre avec pose de plaques en acier inoxydable
- Régulation et mise sous gaz intégrées au corps du four
- Supports de chargement soudés dans le moufle ou caisson conducteur d'air dans le four avec brassage de l'atmosphère
- Porte pivotante à ouverture sur charnières vers la droite avec système de refroidissement à l'eau ouvert
- Régulation à zones multiples pour versions 950 °C et 1100 °C, séparation chambre du four et porte. Chambre du four compartimentée de manière supplémentaire en une ou plusieurs zones de chauffe, selon la taille.
- Régulation de la température en tant que régulation de la charge avec mesure de la température à l'intérieur et à l'extérieur du moufle
- Système de mise sous gaz protecteur non combustible avec débitmètre et électrovanne commutables par la régulation
- Purge jusqu'à 600 °C avec la pompe à vide en option
- Possibilité de raccordement de la pompe à vide pour la purge à froid
- Régulation API avec écran tactile H 700 pour la saisie de données (ou P 300 pour version 650 °C) voir page 60

### Equipement options

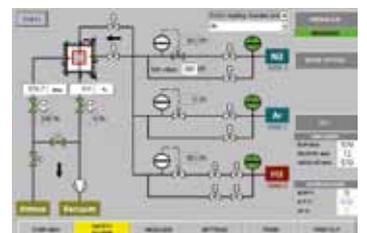
- Equipement pour d'autres gaz non combustibles
- Mise sous gaz automatique, incl. débitmètre MFC pour débits variables, commandée par la régulation API avec écran tactile H 3700
- Pompe à vide pour purger le moufle jusqu'à 600 °C, peut atteindre un vide de  $10^{-5}$  mbar max. selon la pompe
- Système de refroidissement servant à raccourcir les durées de processus
- Echangeur de chaleur à circuit fermé de l'eau de refroidissement pour le refroidissement de la porte
- Dispositif de mesure de la teneur résiduelle en oxygène



Système de mise sous gaz pour gaz réactifs dans une exécution réalisée selon les spécifications du client



Pompe à vide pour la purge à froid du moufle



Ecran tactile H 3700 pour version automatique



NR 200/11 H<sub>2</sub> pour le traitement thermique avec hydrogène



Chargement du four NR 300/06 à l'aide d'un chariot élévateur

### Exécution H<sub>2</sub> pour fonctionner sous hydrogène

Lorsque l'hydrogène est utilisé comme gaz de processus, le four est équipé, en plus, de la technique de sécurité requise et livré avec cet équipement. Seuls des capteurs dûment certifiés sont mis en œuvre en tant que capteurs de sécurité. La régulation du four s'opère via un système de commande API sécurisé (S7-300F/commande de sécurité).

- Injection de H<sub>2</sub> sous surpression relative régulée de 50 mbars
- Concept de sécurité certifié
- Régulation API avec écran tactile graphique H 3700 pour saisir les données
- Soupapes d'admission de gaz redondantes pour l'hydrogène
- Pressions initiales surveillées de tous les gaz de processus
- Dérivation pour purger en sécurité la chambre du four avec un gaz inerte
- Torche pour la postcombustion des gaz d'échappement
- Réservoir d'air de secours pour la purge du four en cas d'erreur

### Exécution IDB pour le déliantage sous gaz protecteur ou les processus à pyrolyse

Les fours à pot des séries NR et NRA conviennent avec excellence au déliantage sous gaz protecteurs ou aux processus avec pyrolyse. En exécution IDB, ces fours sont dotés d'un concept de sécurité qui purge la chambre du four avec un gaz protecteur sous surveillance. Les gaz de combustion sont brûlés dans une torche de brûlage. La purge et la fonction de brûlage par torche sont surveillées afin de garantir un fonctionnement sécurisé.

- Commande du processus sous surpression relative, régulée et surveillée, de 50 mbars
- Concept de sécurité certifié
- Régulation API avec écran tactile graphique H 1700 pour saisir les données
- Surveillance de la pression initiale du gaz de processus
- Dérivation pour purger en sécurité la chambre du four avec un gaz inerte
- Torche pour la postcombustion des gaz d'échappement



Fermeture rapide à baïonnette pour le moufle, également livrée avec entraînement électrique comme équipement complémentaire



Bleuissement de forets à la vapeur dans un four de la série NRA

Modèle	Tmax °C	Modèle	Tmax °C	Dimensions espace utile en mm			Volume utile en l	Branchement électrique*
				l	p	h		
NRA 17/..	650 ou 950	NR 17/11	1100	225	350	225	17	triphasé
NRA 25/..	650 ou 950	NR 25/11	1100	225	500	225	25	triphasé
NRA 50/..	650 ou 950	NR 50/11	1100	325	475	325	50	triphasé
NRA 75/..	650 ou 950	NR 75/11	1100	325	700	325	75	triphasé
NRA 150/..	650 ou 950	NR 150/11	1100	450	750	450	150	triphasé
NRA 200/..	650 ou 950	NR 200/11	1100	450	1000	450	200	triphasé
NRA 300/..	650 ou 950	NR 300/11	1100	570	900	570	300	triphasé
NRA 400/..	650 ou 950	NR 400/11	1100	570	1250	570	400	triphasé
NRA 500/..	650 ou 950	NR 500/11	1100	720	1000	720	500	triphasé
NRA 700/..	650 ou 950	NR 700/11	1100	720	1350	720	700	triphasé
NRA 1000/..	650 ou 950	NR 1000/11	1100	870	1350	870	1000	triphasé

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

## Fours puits à paroi froide à pot jusqu'à 2400 °C ou 3000 °C

### SVHT 2/24-W - SVHT 9/30-GR

Comparées aux modèles VHT (pages 56 et suiv.), les valeurs de puissance des fours de la série SVHT sont encore augmentées en ce qui concerne le vide obtenu et la température maximale. L'exécution sous forme de four droit avec système de chauffage au wolfram permet même de réaliser des processus sous vide poussé jusqu'à une température maximale de 2400 °C avec les modèles SVHT ..-W. Les modèles SVHT ..-GR avec système de chauffage au graphite, également exécutés sous forme de four droit, peuvent même être utilisés jusqu'à 3000 °C maximum sous atmosphère de gaz rare.

- Tailles standard avec chambre de four de 2 ou 9 litres
- Exécution sous forme de four droit avec chargement par le haut
- Structure avec cadre et tôles structurées en acier inoxydable
- Conteneur en inox à double paroi et refroidi à l'eau
- Commande manuelle des fonctions de gaz de procédé et de vide
- Mise sous gaz manuelle d'un gaz de procédé ininflammable
- Marche pied devant le four pour une hauteur ergonomique de chargement
- Couvercle du conteneur avec amortisseurs à gaz
- Unité de commande et de régulation ainsi que dispositif de mise sous gaz intégrés dans la carcasse du four
- Autres caractéristiques standard du produit, voir la description de l'exécution standard des modèles VHT page 56



SVHT 9/24-W avec système de chauffage au wolfram

## Systèmes de chauffages

### SVHT ..-GR

- Pour procédés :
  - sous gaz protecteurs ou réactifs ou sous vide jusqu'à 2200 °C
  - sous gaz rares (argon, hélium) jusqu'à 3000 °C
- Vide max. jusqu'à 10<sup>-3</sup> mbars selon le type de pompe mis en œuvre
- Système de chauffage : éléments chauffants au graphite, agencement cylindrique
- Isolation thermique : Isolation au feutre de graphite
- Mesure de la température par pyromètre optique



Moufle cylindrique avec système de chauffage au wolfram

### SVHT ..-W

- Pour procédés sous gaz protecteurs ou réactifs ou sous vide jusqu'à 2400 °C
- Vide max. jusqu'à 10<sup>-5</sup> mbars selon le type de pompe mis en œuvre
- Système de chauffage : module de chauffage cylindrique au wolfram
- Isolation thermique : plaques rayonnantes au wolfram et au molybdène
- Mesure de la température par pyromètre optique



Module de chauffage au graphite

Equipement options comme une commande automatique des gaz de procédé ou une exécution pour fonctionner sous gaz inflammables avec système de sécurité, voir les modèles VHT page 56

Modèle	Tmax °C	Dimensions espace utile		Volume utile en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/ KW	Branchement électrique*
		Ø x h en mm			L	P	H		
SVHT 2/24-W	2400	150 x 150		2,5	1400	2500	2100	55	triphasé
SVHT 9/24-W	2400	230 x 230		9,5	1500	2750	2100	95	triphasé
SVHT 2/30-GR	3000	150 x 150		2,5	1400	2500	2100	55	triphasé
SVHT 9/30-GR	3000	230 x 230		9,5	1500	2750	2100	95	triphasé

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60



Système de contrôle de refroidissement à l'eau

## Fours à pot à paroi froide jusqu'à 2400 °C



VHT 500/22-GR H<sub>2</sub> avec paquet d'extension pour le fonctionnement à l'hydrogène avec réservoir de processus



VHT 8/22-KE avec isolation fibreuse et éléments chauffants en disiliciure de molybdène

### VHT 8/18-GR - VHT 100/18-KE

Les fours compacts de la série VHT sont conçus en tant que fours à chambre chauffés électriquement par un chauffage au graphite, molybdène ou MoSi<sub>2</sub>. Ces fours offrent la possibilité de réaliser des processus client exigeants du point de vue technique tant par leurs concepts de chauffage variables que par les nombreux accessoires qu'ils comportent.

Le réservoir de processus étanche au vide autorise des traitements thermiques soit en atmosphère protectrice ou réactrice soit sous vide selon la spécification du four jusqu'à une pression de 10<sup>-5</sup> mbar. Le four de base convient au fonctionnement avec gaz protecteurs non combustibles ou sous vide.

L'exécution H<sub>2</sub> peut fonctionner sous hydrogène ou sous tout autre gaz combustible. L'attribut essentiel de cette exécution est un ensemble de sécurité certifié permettant un fonctionnement en toute sécurité à tout instant, déclenchant en cas d'erreur un programme de secours.

En cas de déliantage sous vide dans le four, nous recommandons l'exécution VDB qui dispose, en plus de la technique de sécurité adéquate, d'un moufle de déliantage supplémentaire dans la chambre de chauffe permettant d'éviter la pollution de la chambre du four par les gaz de combustion générés. Ces gaz de combustion sont dirigés du moufle de déliantage vers la torche de brûlage.

### Autres spécifications de chauffage

En règle générale, les variantes suivantes sont disponibles pour des températures d'application diverses :

#### VHT ../GR avec isolation et chauffage en graphite

- Convient aux processus sous gaz protecteurs ou réactifs ou sous vide
- Tmax 1800 °C ou 2200 °C
- Vide jusqu'à 10<sup>-2</sup> mbar max. selon le type de pompe mis en œuvre
- Isolation au feutre de graphite
- Mesure de la température par thermocouple de type B (version jusqu'à 1800 °C)
- Mesure de la température par pyromètre optique (version jusqu'à 2200 °C)



Traitement thermique de barres de cuivre sous hydrogène dans VHT 08/16 MO

**VHT ../MO ou ../W avec système de chauffage au molybdène ou au tungstène**

- Convient aux processus aux critères d'ultra-pureté sous gaz protecteurs ou réactifs ou sous vide
- Tmax 1200 °C, 1600 °C ou 1800 °C (voir tableau)
- Vide jusqu'à  $5 \times 10^{-5}$  mbar max. selon le type de pompe mis en œuvre
- Isolation en plaques d'acier au molybdène
- Mesure de la température par thermocouple de type S pour les modèles à 1200 °C
- Mesure de la température par thermocouple de type B pour les modèles à 1600 °C et 1800 °C

**VHT ../KE avec isolation fibreuse et chauffage par éléments chauffants en disiliciure de molybdène**

- Convient aux processus sous gaz protecteurs ou réactifs, à l'air ou sous vide
- Tmax 1800 °C
- Vide jusqu'à  $10^{-2}$  mbar max. selon le type de pompe mis en œuvre (jusqu'à 1300 °C)
- Isolation en fibres d'alumine extra pure
- Mesure de la température par thermocouple de type B

	VHT ...../GR	VHT ...../MO	VHT ...-18/W	VHT ...-18/KE
Gaz inerte	✓	✓	✓	✓
Air	jusqu'à 400 °C	-	-	✓
Hydrogène	✓	✓	✓	✓ <sup>1</sup>
Vide grossier, poussé ( $>10^{-3}$ mbar)	✓	✓	✓	✓ <sup>2</sup>
Vide très poussé ( $<10^{-5}$ mbar)	-	✓	✓	-
Oxygène	-	-	-	✓

<sup>1</sup>Jusqu'à 1400 °C

<sup>2</sup>En fonction de Tmax

**Exécution standard pour tous les modèles**

Exécution de base

- Tailles standard chambre de four de 8, 40 ou 100 litres
- Réservoir de processus refroidi à l'eau sur tous les côtés, en acier inoxydable, avec joints toriques résistants à la température
- Support en profilés d'acier robustes, de maintenance simple grâce aux plaques de revêtement en inox faciles à retirer
- Corps du modèle VHT 8 sur rouleaux pour déplacer le four facilement
- Distributeur d'eau de refroidissement doté de robinets d'arrêt manuels dans les circuits de départ et de retour, surveillance automatique du débit, système de refroidissement à l'eau ouvert
- Circuits de l'eau de refroidissement réglables avec indicateurs de débit et de température et protections électriques contre la surchauffe
- Installation de commande et contrôleur intégrés au corps
- Régulation API H 700 avec écran tactile clair 5,7" pour saisie de programme et visualisation, enregistrement possible de 10 programmes à 20 segments
- Limiteur de choix de température avec réglage de la température d'extinction pour classe de protection thermique 2 conformément à EN 60519-2
- Commande manuelle des fonctions de gaz de processus et de vide
- Mise sous gaz manuelle avec un gaz de processus (N<sub>2</sub> ou Ar), débit réglable
- Dérivation avec soupape manuelle permettant un remplissage rapide de la chambre du four
- Sortie de gaz manuelle avec soupape de décharge (relative, 20 mbars)
- Pompe à tiroir rotatif à un étage avec robinet à boisseau sphérique pour purge initiale et traitements thermiques sous vide grossier jusqu'à 5 mbars
- Manomètre pour surveillance visuelle de la pression

Equipement options

- Tmax 2400 °C
- Corps compartimentable en option pour entrée par portes de plus petite taille (VHT 08)
- Mise sous gaz manuelle avec second gaz de processus (N<sub>2</sub> ou Ar), débit réglable et dérivation
- Caisson insert de processus en molybdène ou en CFC, particulièrement recommandé pour les processus de déliantage. Le caisson à entrée et sortie directe de gaz est installé dans la chambre de four et permet d'améliorer l'homogénéité dans la répartition des température. Par un changement des voies de mise sous gaz après la phase de déliantage, les émissions gazeuses contenant des liants sont évacuées du four, établissant ainsi une atmosphère gazeuse purifiée durant le processus de frittage.

Modèle	Dimensions intérieures du moufle en mm			Volume en L
	l	p	h	
VHT 8/..	120	210	150	4
VHT 40/..	280	430	250	30
VHT 70/..	355	480	355	60
VHT 100/..	430	530	400	91

- Thermocouple de charge avec indicateur



Élément en graphite



Élément chauffant en molybdène ou en tungstène



Isolation à fibre céramique



Thermocouple de type S avec dispositif d'extraction automatique autorisant de très bons résultats de régulation dans la plage inférieure de température



VHT 40/22-GR avec porte guillotine motorisée



VHT 40/16MOH<sub>2</sub>

Suite équipement complémentaire

- Pompe à tiroir rotatif à deux étages avec robinet à boisseau sphérique pour purge initiale et traitements thermiques sous vide grossier jusqu'à 10<sup>-2</sup> mbar
- Mesure de la température pour les modèles jusqu'à 2200 °C par pyromètre et thermocouple de type S avec dispositif d'extraction automatique autorisant de très bons résultats de régulation dans la plage inférieure de température (à partir de VHT 40)
- Pompe turbo-moléculaire avec vanne d'arrêt pour purge initiale et traitements thermiques sous vide grossier jusqu'à 10<sup>-5</sup> mbar, avec détecteur de pression et pompe à vide préliminaire (VHT.../MO uniquement)
- Echangeur de chaleur à circuit fermé de l'eau de refroidissement
- Ensemble automatique avec écran tactile graphique H 3700
  - Ecran tactile graphique 12" H 3700
  - Saisie de toutes les données de processus comme températures, taux de chauffe, mise sous gaz, vide par l'intermédiaire de l'écran tactile
  - Visualisation de toutes les données importantes pour le processus sur une image de process
  - Mise sous gaz automatique avec un gaz de processus (N<sub>2</sub>, argon ou gaz de protection envers), débit réglable
  - Dérivation de remplissage du réservoir en gaz de processus commandée par le programme
  - Programmes de prétraitement et de posttraitement automatiques, test de fuite compris, en vue d'un fonctionnement sécurisé du four
  - Sortie de gaz automatique avec soupape à soufflet et soupape de décharge (20 mbars)
  - Détecteur de pression absolue et relative
- Régulateur de débit MFC pour débits variables et génération de mélanges gazeux à l'aide d'un second gaz de processus (ensemble automatique uniquement)
- Fonctionnement sous pression partielle : injection du gaz protecteur sous pression négative régulée (ensemble automatique uniquement)
- Commande par PC via NCC avec possibilités de documentation correspondantes et intégration aux réseaux informatiques du client



Pompe turbo-moléculaire



Pompe à tiroir rotatif à un étage pour traitements thermiques sous vide grossier jusqu'à 20 mbars



Pompe à tiroir rotatif à deux étages pour traitements thermiques sous vide jusqu'à 10<sup>-2</sup> mbar



Pompe turbo-moléculaire avec pompe à vide préliminaire pour traitements thermiques sous vide jusqu'à 10<sup>-5</sup> mbar

## Exécution H<sub>2</sub> VHT.../MO-H<sub>2</sub> ou VHT.../GR-H<sub>2</sub> pour fonctionnement avec hydrogène ou d'autres gaz combustibles

En exécution H<sub>2</sub>, les fours de la série VHT.../MO ou VHT.../GR peuvent fonctionner sous hydrogène ou sous tout autre gaz combustible. Ces installations sont équipées, en plus, de la technique de sécurité adéquate pour ce genre d'application. Seuls des capteurs dûment certifiés sont mis en œuvre en tant que capteurs de sécurité. La régulation du four s'opère via un système de commande sécurisé (S7-300F/commande de sécurité).

- Concept de sécurité certifié
- Ensemble automatique (voir ci-dessus équipement options)
- Soupapes d'admission de gaz redondantes pour l'hydrogène
- Pressions initiales surveillées de tous les gaz de processus
- Dérivation pour purger en sécurité la chambre du four avec un gaz inerte
- Réservoir d'air de secours avec surveillance de la pression, doté d'une électrovanne à ouverture automatique
- Torche de brûlage de gaz de combustion (chauffage électrique ou au gaz) pour la postcombustion de H<sub>2</sub>
- Fonctionnement en atmosphère : injection de H<sub>2</sub> sous surpression relative régulée de 50 mbars dans le réservoir de processus à partir de la température ambiante

### Équipement options

- Fonctionnement sous pression partielle : injection de H<sub>2</sub> sous surpression relative régulée (pression partielle) dans le réservoir de processus à partir d'une température de 750 °C dans le four
- Moufle dans le réservoir de processus pour le déliantage sous hydrogène

## Exécution VDB VHT.../MO-VDB ou VHT.../GR-VDB pour le déliantage sous gaz protecteur, hydrogène ou sous vide

Certains processus requièrent un déliantage sous gaz protecteurs ou sous vide. Les modèles VHT.../MO-VDB ou VHT.../GR-VDB conviennent parfaitement à ce genre de processus. Ils disposent de la technique de sécurité requise pour le déliantage. La chambre du four est dotée d'un moufle de déliantage supplémentaire possédant une sortie directe dans la torche de brûlage. Ce système garantit que la chambre du four ne sera pas polluée par les gaz de combustion générés lors du déliantage.

- Concept de sécurité adapté au déliantage
- Ensemble automatique (voir ci-dessus équipement options)
- Torche de brûlage des gaz de combustion
- Moufle de déliantage dans la chambre du four avec sortie directe des gaz de combustion dans la torche de brûlage
- Dérivation pour purger en sécurité la chambre du four avec un gaz inerte
- Pompe à vide avec marche à sec

### Équipement options

- Piège à condensats séparant les grands volumes de liants lors du déliantage sous vide
- Sortie des gaz de combustion chauffée afin de prévenir les dépôts de condensats dans la conduite des gaz
- Post-traitement des gaz de combustion, selon le processus, au moyen de piège à liants, dispositif laveur ou torche de brûlage



VHT 08/16 MO avec ensemble d'extension hydrogène en version automatique

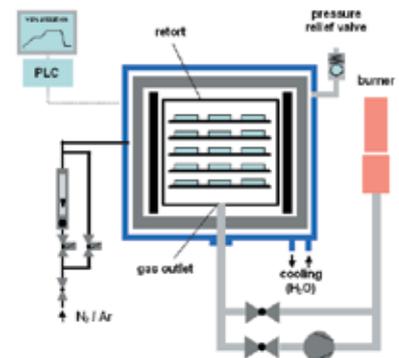


Schéma de mise sous gaz VHT, déliantage et frittage

Modèle	Tmax °C	Dimensions intérieures en mm			Volume en l	Dimensions extérieures en mm			Puissance raccordée/kW <sup>5</sup>	Branchement électrique*	Poids en kg	Mat. élément chauffant/ isolation
		l	p	h		L	P	H				
VHT 8/...-GR	1800	170	240	200	8	1250 (800) <sup>1</sup>	1100	2000	27	triphasé <sup>2</sup>	1200	graphite/feutre graph.
VHT 40/...-GR	ou	300	450	300	40	1600	2100	2300	83/103 <sup>3</sup>	triphasé	2000	graphite/feutre graph.
VHT 70/...-GR	2200	375	500	375	70	1700	2500	2400	105/125 <sup>3</sup>	triphasé	2400	graphite/feutre graph.
VHT 100/...-GR		450	550	450	100	1900	2600	2500	135/155 <sup>3</sup>	triphasé	2800	graphite/feutre graph.
VHT 8/...-MO	1200	170	240	200	8	1250 (800) <sup>1</sup>	1100	2700	15/34 <sup>4</sup>	triphasé <sup>2</sup>	1200	molybdène
VHT 40/...-MO	ou	300	450	300	40	1600	2600	2300	50/110 <sup>4</sup>	triphasé	3000	molybdène
VHT 70/...-MO	1600	375	500	375	70	1700	2800	2400	70/140 <sup>4</sup>	triphasé	3500	molybdène
VHT 100/...-MO		450	550	450	100	1900	3000	2500	90/180 <sup>4</sup>	triphasé	4000	molybdène
VHT 8/18-W	1800	170	240	200	8	1250 (800) <sup>1</sup>	1100	2700	50	triphasé <sup>2</sup>	1700	tungstène/molybdène
VHT 40/18-W	1800	300	450	300	40	1600	2600	2300	130	triphasé	3500	tungstène/molybdène
VHT 70/18-W	1800	375	500	375	70	1700	2800	2400	160	triphasé	4000	tungstène/molybdène
VHT 100/18-W	1800	450	550	450	100	1900	3000	2500	210	triphasé	4500	tungstène/molybdène
VHT 8/18-KE	1800	170	240	200	8	1250 (800) <sup>1</sup>	1100	2000	12	triphasé <sup>2</sup>	1200	MoSi <sub>2</sub> /fibre céramique
VHT 40/18-KE	1800	300	450	300	40	1600	2100	2300	30	triphasé	2000	MoSi <sub>2</sub> /fibre céramique
VHT 70/18-KE	1800	375	500	375	70	1700	2500	2400	55	triphasé	2400	MoSi <sub>2</sub> /fibre céramique
VHT 100/18-KE	1800	450	550	450	100	1900	2600	2500	85	triphasé	2800	MoSi <sub>2</sub> /fibre céramique

<sup>1</sup>En présence d'installation de commande réceptionnée

\*Remarques concernant le courant de raccordement voir page 60

<sup>2</sup>Chauffage uniquement entre 2 phases

<sup>4</sup>1200 °C/1600 °C

<sup>3</sup>1800 °C/2200 °C

<sup>5</sup>Tenir compte d'une puissance raccordée plus élevée en cas de fonctionnement sous hydrogène.

## Commandes et enregistrement des process

Nabertherm possède une longue expérience de la conception et de la construction d'installations de régulation standardisées et sur mesure. Toutes les commandes se distinguent par leur très grand confort d'utilisation et disposent dès la version de base de nombreuses fonctions élémentaires.

### Programmeur standard

Grâce à notre large palette de programmeurs standard, nous sommes en mesure de répondre à la plupart des attentes des clients. Le programmeur, adapté au modèle de four, règle de manière fiable la température dans le four. Les programmeurs standard sont développés et fabriqués au sein du groupe Nabertherm. La facilité d'utilisation est mise au premier plan lors du développement des programmeurs. Sur le plan technique, les appareils sont adaptés au modèle de four ou à l'application correspondante. Du simple programmeur à une température réglable à l'unité de commande avec paramètres de régulation réglables librement, programmes mémorisables, régulation PID par microprocesseur avec système d'autodiagnostic et interface de raccordement à un ordinateur – nous avons la solution adaptée à vos exigences.

### Affectation des programmeurs standard aux familles de fours

	L1/12	L3 - LT 40	LE 1/11 + LE 4/11	LE 6/11 + LE 14/11	LV, LVT	L 9/11/SKM	L(T) 9/..SW	N 7/H - N 61/H	LH 15/12 - LF 120/14	HTCT	LHT 02/16 - LHT 08/18	LHT/LB	LHT 04/16 SW + LHT 04/17 SW	HT	HTC 16/16 - HTC 450/16	HFL	TR	N 15/..HA	N 30/..HA - N 500/..HA	MAC	RD	R	RT	RHTC	RS	RSR	RHTH/RHTV	K	KC	LS	GR	N 110/HS, S 73/HS	NRA 17/06 - NRA 100/11	NR, NRA .. H <sub>2</sub>	NR, NRA .. IDB	SVHT	VHT				
Page catalogue	4	4,7,12	6	6	8	10	11	14	16	18	19	20	21	22	24	25	26	28	28	29	30	31	32	33	34	36	40	48	48	49	49	50	52	54	54	55	56				
Programmeur																																									
B 180		●			●	●	●			●							○	●				●	●	●																	
P 330		○			○	○	○			○								○				○	○	○																	
R 6	●		●																		●							●													
C 6/3208																																									
B 150				●				●	●																																
P 300				○				○	○																																
P 310											●	●	●	●	●	●												●					●								
C 40/42																																									
3216	○		○																																						
3504																																									
H 700/API								○	○					○	○	○	○					○	○	○	○	○	○	○					○	○					●	●	
H 1700/API								○	○					○	○	○	○						○	○	○	○	○	○												○	○
H 3700/API																																									

### Fonctionnalités des programmeurs standard

	R 6	B 150	C 40	C 42	B 180	P 300	P 310	P 330	3216	3504	H 700	H 1700	H 3700
Nombre de programmes		1	9	9	1	9	9	9	1	50	10	10	10
Segments		2	18	18	2	40	40	40	8	99	20	20	20
Fonctions spéciales (p. ex. soufflerie ou clapets automatiques)			2	2		2 <sup>4</sup>	2 <sup>4</sup>	2		2	2	5	8
Nombre maxi de zones contrôlées	1		1 <sup>3</sup>		1	1	2	1	1	2 <sup>2</sup>	4	8	8
Ecran graphique couleur											5,7"	5,7"	12"
Messages d'état en clair		●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●
Heure de démarrage réglable (p. ex. pour courant de nuit)		●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●
Compteur d'heures de service		●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●
Auto-optimisation		●			●	●	●	●	●	●			
Saisie du programme par pas de 1 °C ou 1 min	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Verrouillage des touches		●											
Fonction saut pour changement de segment		●				●	●	●			●	●	●
Pilotage de la régulation manuelle des zones			●				●	●					
Interface pour logiciel MV		○	●	●	○	○	○	●					
Adaptateur d'interface USB pour la lecture de données avec clé USB et exploitation via NT Log voir page 62		○	○	○	○	○	○	○					
Prise de courant programmable								● <sup>1</sup>					
Compteur de kWh		●	●	●	●	●	●	●					
Horloge en temps réel			●	●				●		●	●	●	●
Régulation dans le bain/Régulation de la charge									○		●	●	○
Saisie de données au moyen d'un écran tactile											●	●	●
Saisie des données par clavier numérique			●	●	●	●	●	●					●

<sup>1</sup> Pas pour les modèles L(T)15..

<sup>2</sup> Pas comme régulateur de bain de fusion

<sup>3</sup> Contrôle de régulateurs esclaves supplémentaires possible

<sup>4</sup> Fonction supplémentaire sur les fours à convection forcée

● Standard  
○ Option

## Tensions de raccordement pour fours Nabertherm

Courant monophasé : tous les fours sont disponibles pour des courants de 110 V - 240 V, 50 ou 60 Hz.

Courant triphasé : tous les fours sont disponibles pour des courants de 200 V - 240 V ou 380 V - 480 V, 50 ou 60 Hz.

**Logiciel Controltherm MV pour commande, visualisation et documentation**

La documentation et la reproductibilité sont de plus en plus importants pour l'assurance de la qualité. Le logiciel Controltherm MV performant que nous avons développé vous propose ici la solution idéale pour la gestion d'un ou plusieurs fours et la documentation des charges basée sur le programmeur Nabertherm.

Dans la version de base, un four peut être raccordé au logiciel MV. Le système peut être étendu à quatre, huit, voire 16 fours à multizone. Il est possible d'enregistrer jusqu'à 400 programmes de traitement thermique différents. Le processus est documenté et archivé respectivement. Les données de processus sont lisibles graphiquement ou sous forme de tableaux. Un transfert des données de processus sur MS Excel est également possible.

Pour les fours qui ne sont pas pilotés par le programmeur Nabertherm, la température réelle peut être documentée par le logiciel. En équipement complémentaire, un ensemble d'extension est disponible auquel il est possible, selon l'exécution, de raccorder trois, six, voire neuf thermocouples indépendants. Les valeurs mesurées par ces thermocouples sont lues et évaluées par le logiciel MV indépendamment de la régulation.



Logiciel Controltherm MV pour commande, visualisation et documentation

**Caractéristiques de puissance**

- Installation simple sans compétences spéciales
- Tous les programmeurs Nabertherm avec interface sont raccordables
- Selon l'exécution, archivage des variations de la température d'un, quatre, huit ou seize fours (à multizone également) par données protégées des manipulations
- Sauvegarde redondante des fichiers d'archivage sur un lecteur du serveur possible
- Programmation, archivage et impression de programmes et graphiques
- Saisies libres de textes (données de charge) avec fonction de recherche conviviale
- Possibilité d'évaluation, données convertissables en Excel
- Démarrage, arrêt du programmeur depuis le PC (uniquement avec des programmeurs Nabertherm avec interface)
- Sélection de la langue : allemand, anglais, français, italien ou espagnol
- 400 emplacements de mémoire supplémentaires (uniquement avec des programmeurs Nabertherm avec interface)



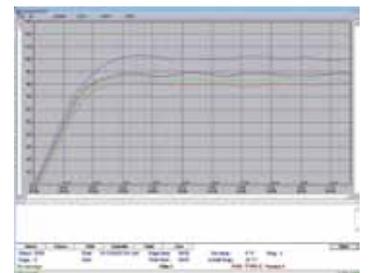
Saisie sous forme de tableau des données de processus en cas d'utilisation des programmeurs Nabertherm

**Ensemble d'extension I pour le raccordement indépendant de la régulation d'un point de mesure supplémentaire**

- Raccordement d'un thermocouple indépendant, de type S ou K avec affichage de la température mesurée sur un programmeur fourni C 6 D, par ex. en vue de documenter la température de la charge
- Conversion et transmission des valeurs de mesure au logiciel MV
- Evaluation des données, voir les caractéristiques de puissance du logiciel MV

**Ensemble d'extension II pour le raccordement de trois, six ou neuf points de mesure indépendamment de la régulation**

- Raccordement de 3 thermocouples de type K, S, N ou B à la boîte de raccordement fournie
- Possibilité d'extension à deux ou trois boîtes de raccordement pour neuf points de mesure de température maximum
- Conversion et transmission des valeurs de mesure au logiciel MV
- Evaluation des données, voir les caractéristiques de puissance du logiciel MV



Représentation graphique des courbes de température de consigne et de la température mesurée



Extension pour raccordement de 16 fours maximum



PC pour commande HiProSystems dans une armoire séparée

### Contrôle de régulation HiProSystems et documentation

Cette installation de contrôle et de régulation professionnelle pour installations à une zone et multizone est à base de matériel Siemens et peut être configurée et étendue selon les besoins. HiProSystems est mis en œuvre, entre autres, lorsque plus de deux fonctions telles que trappes d'air frais et/ou d'évacuation de l'air, ventilateur de refroidissement, mouvements automatiques, etc. sont nécessaires, et/ou que des fours à multizone doivent être régulés, et/ou que la documentation doit répondre à des exigences plus sévères, et/ou que des travaux de maintenance ou de service comme le télédiagnostic ou des processus globaux comme la trempe, bassins d'eau non compris, doivent être exécutés. La documentation correspondante des process peut être adaptée individuellement.

### Interfaces utilisateur alternatives

#### Écran tactile H 700

Le modèle standard pour la commande et la surveillance simples couvre déjà la plupart des exigences.

#### Écran tactile H 1700

Programme de température/horloge de programmation et les fonctions supplémentaires activées sont visualisés sous forme de tableau clair et les messages sont affichés en clair.

#### Écran tactile H 3700

Toutes les fonctions et la totalité du process sont mémorisés et visualisés sous forme de graphique clair. Les données peuvent être lues et traitées du PC ou depuis d'autres programmes propres au client via diverses interfaces (USB, Ethernet TCP/IP, MPI, Profibus). Toutes les valeurs de consigne et réelles peuvent être mémorisées sur une CF Card et être extraites au moyen du lecteur de carte adéquat.

### Pour commande, visualisation et documentation

#### Nabertherm Control Center NCC

L'extension individuelle de la régulation HiProSystems au NCC offre d'autres avantages quant aux interfaces, à la commande, la documentation et le service, p.ex. pour la gestion de plusieurs fours, y compris celle des charges au-delà du four (bac de trempe, station de refroidissement etc.):

- S'utilise pour les process de traitement thermique ayant des exigences sévères quant à la documentation comme p.ex. en métallurgie, pour la céramique technique ou en médecine
- Utilisation du logiciel avec documentation également possible selon les exigences AMS 2750 D (NADCAP)
- Documentation selon les exigences de la Food and Drug Administration (FDA), Part 11, EGV 1642/03 réalisable
- Les données de charge peuvent être lues au moyen d'un code barres
- Interface pour l'intégration à des systèmes PPS actuels
- Intégration au réseau de téléphonie mobile pour avertissement par SMS, p. ex. en cas de dérangement
- Contrôle de régulation à partir de différents postes PC
- Calibrage de chaque point de mesure possible pour une température
- Extensible avec calibrage d'un tracé polygonal composé de jusqu'à 18 températures par point de mesure pour l'emploi à différentes températures, p.ex. pour l'exécution selon AMS 2750 D

### Pour la documentation

#### Nabertherm Documentation Center NDC et enregistrement des données via NT Log

Si les données de processus de la régulation du système HiPro doivent uniquement être enregistrées, cette opération peut s'effectuer à l'aide d'un PC via le logiciel de haute performance NDC. Les données sont documentées de façon infalsifiable et peuvent être affichées sous forme de tableau ou de graphique. Les données individuelles des lots peuvent être entrées par le client et classées avec les données de processus. Le paquet NT Log constitue une alternative avantageuse. Les données sont enregistrées durant la combustion sur clé USB. Après achèvement du traitement thermique, les valeurs enregistrées peuvent être lues et classées sur le PC via le logiciel gratuit.

### Enregistreur de température

Outre la documentation via un logiciel raccordé à la régulation, Nabertherm propose divers enregistreurs de température, utilisés en fonction de l'application respective.

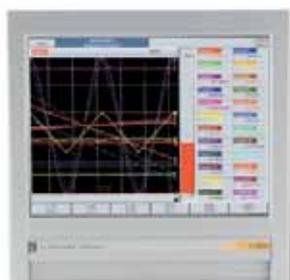
	Modèle 6100e	Modèle 6100a	Modèle 6180a
Saisie par écran tactile	x	x	x
Taille de l'écran couleur en pouces	5,5	5,5	12,1
Nombre max. d'entrées de thermocouple	3	18	48
Lecture des données par clé USB	x	x	x
Saisie des données de charge		x	x
Logiciel d'évaluation compris dans la fourniture	x	x	x
Utilisation pour les mesures TUS selon AMS 2750 D			x



H 1700 avec visualisation en couleur des données sous forme de tableau



H 3700 avec visualisation graphique des données



Enregistreur de température

## Homogénéité dans la répartition des températures et précision du système

On entend par homogénéité dans la répartition des températures un écart maximal de température défini dans l'espace utile du four. On distingue, d'une manière générale, la chambre de four et l'espace utile. La chambre de four est le volume disponible en totalité dans le four. L'espace utile est plus petit que la chambre du four et décrit le volume pouvant être utilisé pour le chargement.

### Indication de l'homogénéité dans la répartition des températures en $\Delta K$ dans le four standard

Dans l'exécution standard, l'homogénéité dans la répartition des températures est donnée en tant qu'écart maximal relatif à l'intérieur de l'espace utile par rapport à une température de travail de consigne définie dans le four vide durant le temps de maintien. L'homogénéité dans la répartition des températures est donnée comme  $\Delta T$  en K. Si, par exemple, une répartition de température standard de  $\Delta T$  10 K à 750 °C est indiquée, cela signifie que la température effective dans le four peut se situer entre 740 °C et 750 °C ou même entre 750 °C et 760 °C.

### Spécification de l'homogénéité dans la répartition des températures en +/- °C comme équipement complémentaire

Si une homogénéité absolue dans une température de consigne ou dans une plage de température de consigne définie est prescrite, le four doit être calibré en conséquence. Si, par exemple, une homogénéité de température de +/- 5 °C par rapport à une température de 750 °C est prescrite, cela signifie que l'on ne doit mesurer qu'une température entre 745 °C au minimum et 755 °C au maximum dans l'espace utile.

### Précision du système

Les tolérances existent non seulement dans l'espace utile (voir ci-dessus) mais aussi sur le thermocouple et le programmeur. Donc, si une homogénéité absolue de température est spécifiée en +/- °C en présence d'une température de consigne définie ou dans une plage de température de travail de consigne définie,

- l'écart de température de la section mesurée est celui entre le programmeur et le thermocouple
- l'homogénéité dans la répartition des températures est mesurée à l'intérieur de l'espace utile en présence d'une température ou d'une plage de température définie
- le cas échéant, on règle un décalage au programmeur pour mettre la température affichée sur le programmeur à la température qui règne effectivement dans le four.
- un protocole est édité à titre de documentation des résultats de mesure

### Homogénéité dans la répartition des températures dans l'espace utile avec protocole

Pour le four standard, une homogénéité dans la répartition des températures en  $\Delta T$  est garantie sans que le four soit mesuré. Il est néanmoins possible de commander comme équipement complémentaire une mesure d'homogénéité dans la répartition des températures avec une température de consigne dans l'espace utile selon la norme DIN 17052-1. Suivant le modèle, un bâti correspondant aux dimensions de l'espace utile, sera placé dans le four. Sur ce bâti seront fixés des thermocouples à 11 positions de mesure définies.

La répartition de température sera mesurée en présence d'une température de consigne prescrite par le client après un temps de maintien défini au préalable. Suivant les exigences, il est également possible de calibrer des températures de consigne diverses ou une plage de travail de consigne définie.

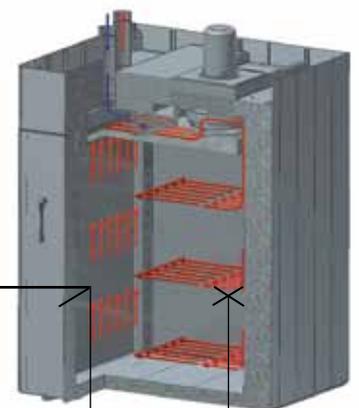


Bâti de mesure pour déterminer l'homogénéité dans la répartition des températures



Précision du programmeur, par ex. +/- 2 °C

Ecart du thermocouple, par ex. +/- 1,5 °C



Ecart entre valeur mesurée et température moyenne dans le volume utile +/- 3 °C

La précision du système résulte de l'addition des tolérances du programmeur, du thermocouple et de l'espace utile

Distribué par :

**LABORATOIRES HUMEAU**

Z. A. de Gesvrine - 4 rue Képler - B. P. 4125 - 44241 La Chapelle-sur-Erdre Cedex - France  
t. : +33 (0)2 40 93 53 53 - f. : +33 (0)2 40 93 41 00 - e. : info@humeau.com

