

## Fabrication additive, impression 3D



Four moufle étanche NR 150/11 pour le recuit de détente de pièces métalliques après l'impression 3D



Étuve TR 240 pour le séchage des poudres



Étuve de séchage KTR 2000 pour polymérisation après impression 3D



Four tubulaire compact pour le frittage ou le recuit de détente après l'impression 3D sous gaz protecteur ou sous vide



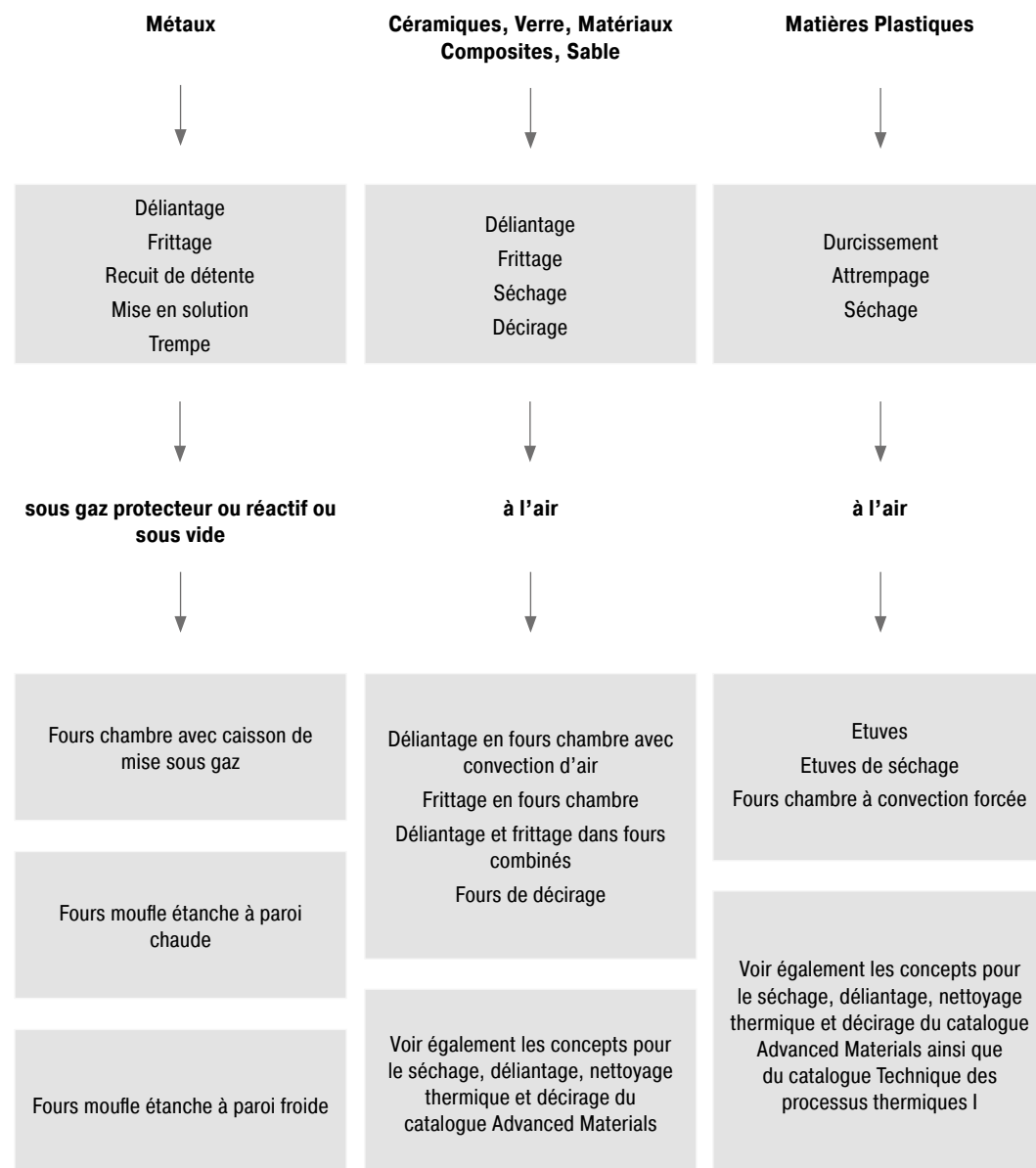
HT 160/17 DB200 pour le déliantage et le frittage de céramiques après l'impression 3D

La fabrication additive permet de convertir directement des fichiers de conception en objets pleinement fonctionnels. Avec l'impression 3D, les objets en métal, matière plastique, céramique, verre, sable ou autres matériaux sont élaborés par couches successives jusqu'à qu'ils aient atteint leurs formes finales.

Selon le matériau, les couches sont reliées les unes aux autres au moyen d'un système de liants ou par la technologie au laser.

De nombreux procédés de fabrication additive exigent un traitement thermique après la réalisation des pièces. Les caractéristiques techniques du four dépendent du matériau des pièces, de la température de travail, du type de gaz dans le four et, évidemment, du procédé de fabrication additif.

Nabertherm offre des solutions depuis la réticulation des liants pour la conservation des pièces crues jusqu'au frittage dans des fours sous vide dans lesquels les pièces métalliques sont soumis à un détentionnement ou bien frittées.



Aussi, les procédés concomitants ou en amont de la fabrication additive exigent également l'utilisation d'un four pour l'obtention des propriétés produit souhaitées, telles que le traitement thermique ou le séchage des poudres.

Dans le cas de la production additive, on fait la distinction d'une manière générale entre les procédés d'impression avec et sans liant. Selon le procédé de fabrication, on utilise différents types de four pour le traitement thermique en aval.

En-dehors des facteurs cités plus haut, les processus en amont du traitement thermique influent sur le résultat. Le nettoyage correct des pièces avant le traitement thermique constitue, entre autres, l'un des critères décisifs de la bonne qualité de leur surface.

Il en va de même pour les processus effectués sous vide ou dans des fours qui demandent un taux d'oxygène résiduel réduit. Ces fours doivent notamment être nettoyés et entretenus régulièrement. Les fuites et impuretés les plus réduites peuvent produire un résultat insuffisant.



Pièces imprimées en aluminium, traitées à chaud dans le modèle N 250/85 HA (fabricant CETIM CERTEC sur plateforme SUPCHAD)

## Systèmes sans liant

Dans le cas de la fabrication additive sans liant, les pièces sont fabriquées dans la plupart des cas avec le procédé de fusion laser.

Les tableaux suivants indiquent des matériaux typiques et des tailles de plateformes de constructions pour systèmes laser vendus sur le marché, avec des suggestions de tailles de fours pour la température et l'atmosphère requise.

### Pièces en aluminium

Le traitement thermique de l'aluminium se fait généralement à l'air par des températures de 150 °C à 450 °C.

Grâce à leur excellente homogénéité de température, les fours chambres à convection forcée conviennent aux applications telles que le revenu, le vieillissement, le recuit de détente ou la pré-calcination.

Exemples pour tailles max. de plateforme de construction	Fours chambres à convection forcée voir page 60 jusqu'à 450 °C <sup>1</sup>
210 x 210 mm	NA 30/45
280 x 280 mm	NA 60/45
360 x 360 mm	NA 120/45
480 x 480 mm	NA 250/45
600 x 600 mm	NA 500/45

<sup>1</sup>disponible également pour 650 °C et 850 °C

### Pièces en inox ou titane

Le traitement thermique de certains aciers inoxydables ou en titane se fait souvent par des températures inférieures à 850 °C sous atmosphère au gaz protecteur.

Grâce à l'utilisation d'un caisson de mise sous gaz avec alimentation en gaz de processus, il est possible d'équiper un four standard pour en faire un four à gaz protecteur. Selon le type de gaz de processus, le taux de pré-rinçage et de rinçage et l'état du caisson, on peut obtenir des taux d'oxygènes résiduels allant jusqu'à 100 ppm.

Les fours chambres à convection forcée avec caisson de mise sous gaz amovible indiqués ci-après fonctionnent avec une plage de température de 150 °C à 850 °C. En prélevant le caisson du four il est possible de traiter également des pièces de construction en aluminium à l'air.

Exemples pour tailles max. de plateforme de construction	Fours chambres à convection forcée voir page 60 jusqu'à 850 °C avec caisson de mise sous gaz
100 x 100 mm	N 30/85 HA
200 x 200 mm	N 60/85 HA
280 x 280 mm	N 120/85 HA
400 x 400 mm	N 250/85 HA
550 x 550 mm	N 500/85 HA



Four chambre à convection forcée NA 250/45 pour les traitements thermiques à l'air



Four chambre à convection forcée N 250/85 HA avec caisson de mise sous gaz pour les traitements thermiques sous atmosphère au gaz protecteur



Four moufle à paroi chaude NRA 150/09 pour les traitements thermiques sous atmosphère au gaz protecteur

Pour le cas des matériaux sensibles, telles que le titane, il est possible que les pièces s'oxydent en raison du taux d'oxygène résiduel qui règne dans le caisson de mise sous gaz.

On peut utiliser dans ces cas des fours moufle étanche à paroi chaude avec une température maximale de 950 °C, resp. 1100 °C. Ces fours moufle étanche au gaz sont parfaitement adaptés aux processus de traitement thermique qui exigent une atmosphère au gaz protecteur ou réactif déterminée. Ces modèles compacts conviennent également au traitement thermique sous vide jusqu'à 600 °C. Ces fours permettent de réduire sensiblement le risque d'oxydation des pièces.

Exemples pour tailles max. de plateforme de construction	Fours moufle étanche à paroi chaude voir page 16
180 x 180 mm	NR(A) 17/..
280 x 280 mm	NR(A) 50/..
400 x 400 mm	NR(A) 150/..



Tiges de traction en titane après le traitement thermique au four NR 50/11 sous atmosphère à l'argon



Four chambre LH 60/12 avec caisson de mise sous gaz pour les traitements thermiques sous atmosphère au gaz protecteur

### Pièces en Inconel ou en cobalt-chrome

Le traitement thermique des matériaux tels que l'Inconel et le cobalt-chrome se fait en principe par des températures de plus de 850 °C jusqu'à des températures de 1100 °C à 1150 °C. Pour ces applications, vous disposez de différentes familles de fours. Dans la plupart des cas, les fours chambres de la série LH .. ou NW .. avec caisson de mise sous gaz amovible sont amplement suffisants car ils présentent un excellent rapport qualité/prix. Les deux groupes de four conviennent pour des températures entre 800 °C et 1100 °C.

Exemples de tailles de plateformes de construction	Four chambre voir page 54 et 58 jusqu'à 1100 °C avec caisson de mise sous gaz
100 x 100 mm	LH 30/12
250 x 250 mm	LH 120/12
400 x 400 mm	LH 216/12
420 x 520 mm	NW 440
400 x 800 mm	NW 660



Fours moufle étanche à paroi froide VHT 100/12-MO pour les applications sous vide poussé

Les fours moufle étanche à paroi froide conviennent aux applications sous gaz protecteur de plus de 1100 °C ou sous vide au-dessus de 600 °C.

Exemples de tailles de plateformes de construction	Fours moufle étanche à paroi froide voir page 26
100 x 100 mm	VHT 8/12-MO
250 x 250 mm	VHT 40/12-MO
400 x 400 mm	VHT 100/12-MO

## Systèmes à base de liants

Pour le procédé d'impression à poudre, on utilise des liants pour la structure de la pièce. Ceux-ci s'évaporent au cours du traitement thermique. Les pièces peuvent être en céramique, en métal, en verre ou en sable. Les fours équipés d'un système de sécurité échelonnés sont utilisés, selon la quantité d'évaporation, pour le déliantage et le frittage.

### Déliantage et frittage à l'air

Ce tableau montre des exemples de fours équipés de systèmes de sécurité pour le déliantage à l'air et les fours de frittage adaptés aux températures élevées, convenant, par exemple, au frittage de nombreuses céramiques de type oxyde.

Tailles d'espace jusqu'à	Fours de déliantage <sup>1</sup> voir catalogue Advanced Materials	Fours de frittage <sup>2</sup> voir catalogue Advanced Materials
100 x 100 x 100 mm	L 9/11 BO	LHT 4/16
200 x 200 x 150 mm	L 9/11 BO	HT 40/16
300 x 400 x 150 mm	L 40/11 BO	HT 64/17

<sup>1</sup> Tenez compte des critères pour le déliantage tels que les quantités organiques, le taux d'évaporation max.

<sup>2</sup> Les fours sont vendus avec des températures de chambre du four max. diverses



Four moufle L 40/11 BO avec système de sécurité passif et postcombustion intégrée pour le déliantage thermique à l'air

### Déliantage et frittage sous gaz protecteur ou réactif ou sous vide

Pour protéger des pièces métalliques imprimées au moyen d'un système à base de liants contre l'oxydation, les deux étapes du déliantage et du frittage sont effectuées sans oxygène.

Le déliantage a lieu en fonction du matériau et du système de liant sous gaz protecteur non combustible (IDB), hydrogène (H<sub>2</sub>) ou par voie catalytique dans un mélange d'acide nitrique et d'azote. Des systèmes de sécurité adaptés sont alors mis en place pour assurer la sécurité de ces processus.

Le tableau montre des exemples de fours pouvant être équipés d'une technique de sécurité appropriée. Dans de tels cas, le four moufle étanche à paroi chaude sert de four de déliantage et le four moufle étanche à paroi froide sert de four de frittage. Selon l'utilisation, il est éventuellement possible d'utiliser un seul four pour les deux applications.



Four haute température HT 64/17 DB100 avec système de sécurité passif pour le déliantage et le frittage à l'air

Bauraumgrößen bis	Four moufle étanche à paroi chaude <sup>1</sup> voir page 16	Four moufle étanche à paroi froide <sup>2</sup> voir page 26
150 x 150 x 150 mm	NRA 17/09	VHT 8/16-MO
300 x 300 x 300 mm	NRA 50/09	VHT 40/16-MO
400 x 400 x 400 mm	NRA 150/09	VHT 100/16-MO

<sup>1</sup> Systèmes de sécurité voir page 18

<sup>2</sup> Pièces sans liant résiduel. Si le taux de liant résiduel est réduit, nous conseillons d'utiliser un caisson insert de processus

Les modèles indiqués dans le tableau ci-dessus ne présentent que quelques exemples.