

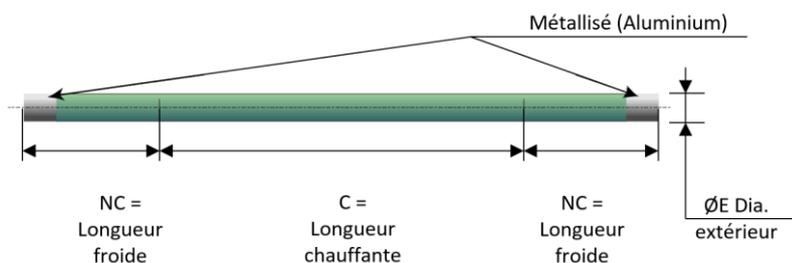
## Résistances chauffantes en carbure de Silicium (Type RR)

### Description générale

Les résistances Starbars® de type RR sont réalisées en carbure de silicium. Elles sont composées d'une zone chauffante centrale, et de deux zones froides à chaque extrémité. Il existe 2 technologies de Starbars® de type RR :

- L'une dispose de sorties froides imprégnées de silicium métal, identifiée comme une résistance « 1 pièce »
- L'autre est équipée de sorties froide soudée en four sur la zone chaude, identifiée comme une résistance « 3 pièces » ou LRE (Low Resistance End). Ces dernières sont dédiées à fonctionner dans des environnements à température plus basse

Pour améliorer la conductivité électrique au niveau des connectiques, les extrémités sont métallisées avec de l'aluminium.



\*\* Demandez le formulaire pour nous consulter :

CS1000 : résistances droites

CS1400 : résistances en « U »

Formes spéciales : nous envoyez votre plan

Les Starbars® RR sont caractérisées par leur longueur chauffante, et leur longueur hors-tout. Par exemple, une RR 1092x610x25 est un élément d'une longueur totale de 1092 mm, avec une longueur chauffante de 610 mm et un diamètre de 25mm.

### Performances élevées

Avec une densité élevée de 2,7 kg/dm<sup>3</sup> et un indice de porosité faible, les Starbars® sont en mesure de résister aux environnements très sévères. La forte densité de nos composants prévient la structure réticulaire de l'oxydation.

### Températures d'utilisation

Dans l'air, ou dans une atmosphère inerte d'argon ou d'hélium, les Starbars® RR « 1 pièce » peuvent évoluer à une température ambiante maximale de 1700°C, contre 1425°C pour les résistances « 3 pièces ». En atmosphère réductrice, la température maximale est de 1370°C (voir fig.1).



## Silicon Carbide Heating Elements



FOURS ET RÉFRACTAIRES

92 à 96 rue Paul Lescop  
F 92000 Nanterre - France  
Tél. 33 (0)1 47 21 13 17  
Fax. 33 (0)1 47 24 54 92  
contact@refsas.com  
WWW.REFSAS.COM



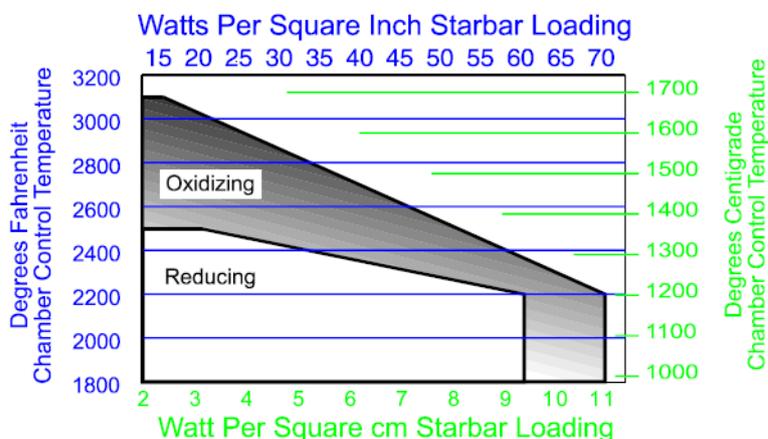
S.A. au capital de 545 000€  
RCS Nanterre B 679 800 615  
SIRET : 679 800 615 00040  
NAF : 2320Z

ARCHITECTE DU CHAUD SUR MESURE

Il y a un film protecteur de dioxyde de silicium sur nos résistances Starbars®. L'hydrogène est susceptible de réduire ce film protecteur et peut causer des dégâts sur les résistances en Carbure de silicium, particulièrement en présence d'hydrogène très sec ou très humide.

Les applications sous atmosphère d'Azote sont limitées à 1370°C. La densité de puissance doit dans ce cas être plafonnée de 3,1 à 4,6 W/cm<sup>2</sup>. Une charge spécifique trop élevée conduira à la formation de nitrure de silicium. Ce film de surface est isolant, et mènera à la destruction de l'élément chauffant.

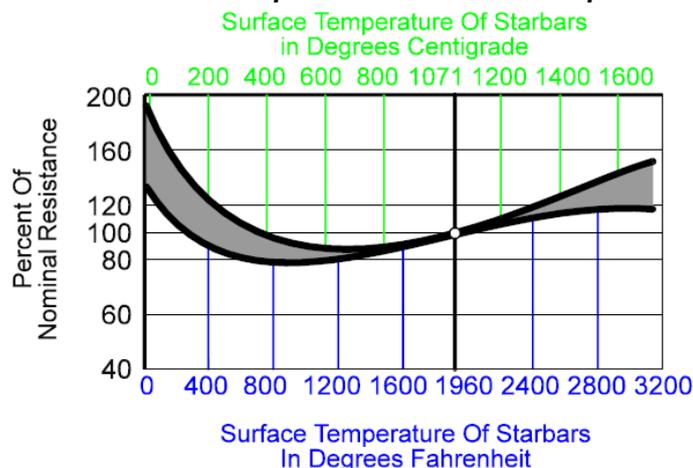
**Densité de puissance maximale recommandée (fig. 1)**



## ■ Caractéristiques électriques

Les résistances en carbure de silicium Starbar® suivent les règles usuelles de la loi d'ohm. Cependant, leur comportement évolue avec la température (voir fig.2). La valeur ohmique nominale est calibrée à une température de 1070°C. La résistance par unité de longueur est détaillée dans la table n°1.

**Evolution de la valeur ohmique en fonction de la température (fig. 2)**



## ■ Charge électrique

Les Starbars® sont calibrées selon certains critères relatifs à leur technologie, et ne suivent donc pas les mêmes règles de dimensionnement que les résistances métalliques. En effet, la quantité d'énergie électrique qu'une résistance en carbure de silicium est en mesure de convertir en énergie thermique dépend de la température d'ambiance du four, et de l'atmosphère dans laquelle l'élément Starbar® évolue.

Lors du calcul de la puissance idéale d'une résistance, il est nécessaire d'estimer au préalable la densité de puissance maximale admissible (exprimée en W/cm<sup>2</sup>), déduite en fonction de la température du four et de son atmosphère (voir fig.1). Pour connaître la puissance maximale qu'une résistance Starbar® est en mesure de dissiper, multiplier la densité de puissance préalablement déduite par la surface de radiation (exprimée en cm<sup>2</sup>, et obtenue en multipliant la longueur chauffante par le périmètre  $\pi \times \varnothing E$ ).

La valeur ohmique des résistances Starbars® sont calibrées à  $\pm 20\%$  du nominal. L'ampérage de calibration est marqué sur l'extrémité de chaque élément chauffant.

## ■ Données techniques des résistances Starbar® RR

- Table 1 -				
Données dimensionnelles		Données électriques **		
Diamètre ext. (mm)	Lg chauffante maxi (mm)*	Résistance zone chauffante ( $\Omega/mm$ )	Résistance zone froide ( $\Omega/mm$ )	
Starbar RR	10	355	0,01372	0,000686
	11	355	0,01009	0,000505
	13	560	0,00773	0,000387
	16	610	0,00497	0,000248
	19	863	0,00341	0,00017
	25	1220	0,00197	0,000098
	32	1524	0,00134	0,000067
	35	1524	0,00106	0,000053
	38	1727	0,00092	0,000046
	45	1981	0,00065	0,000032
	54	4216	0,00059	0,00003
	70	4216	0,00029	0,00002

\* Longueurs Hors-tout maximale = 5800mm / Les longueurs chauffantes supérieures à 1980 mm présenteront une soudure dans la zone chauffante

\*\* Toutes les valeurs ont une tolérance de  $\pm 20\%$

## ■ Consignes de pose

### • Mécaniques

Il n'y a pas de restrictions quant à l'orientation des résistances même si les positions verticales ou horizontales sont les plus courantes. Une attention particulière doit être portée au montage afin d'éviter les tensions mécaniques sur les éléments chauffants. En effets, les résistances doivent pouvoir se dilater et se contracter en tout liberté.

Lors d'un montage à la verticale, les résistances doivent être maintenues sur la partie la plus basse par un support isolant électrique. La zone chauffante doit être centrée dans le four et dimensionnée afin qu'elle ne se dilate jamais dans l'isolant. Nous conseillons de réaliser un chanfrein dans l'isolant, à l'entrée de l'orifice de passage des résistances pour permettre un meilleur rayonnement, et maintenir une température uniforme dans le foyer (voir fig.3). Le diamètre du trou de passage de l'élément chauffant doit être suffisamment important pour permettre un libre mouvement de l'élément chauffant (voir **table 2** ci-dessous)

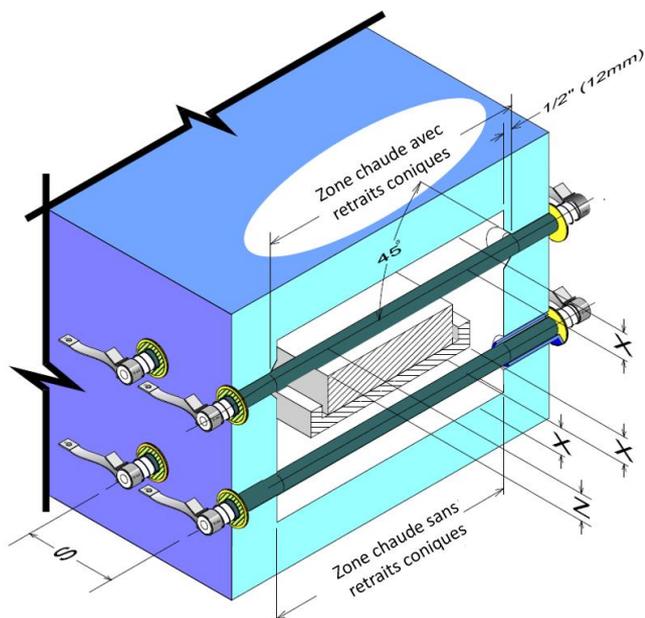
- Table 2 -					
Diamètre minimal recommandé du trou dans l'isolant réfractaire					
Diamètre ext. (mm)	Epaisseur de l'isolant				
	100mm	150mm	200mm	300mm	400mm
10	15	15	16	--	--
11	16	17	18	20	--
13	18	19	20	22	--
16	21	22	23	25	--
19	25	25	26	28	--
25	31	32	33	35	37
32	38	39	40	42	44
35	41	42	43	45	47
38	44	44	46	48	50
45	51	52	53	55	57
54	61	62	63	65	67
70	79	79	79	81	83

- **Electriques**

D'un point de vue électrique, il est préférable de grouper les résistances selon le courant de calibration indiqué sur chaque élément (pour augmenter la durée de vie unitaire).

Le raccordement électrique est réalisé grâce aux tresses en Aluminium (**voir notre documentation « Accessoires Starbar® »**) conçues pour supporter des courants de 25 à 200 ampères.

- **Espacement recommandé**



X = distance entre l'axe de la résistance et une surface rayonnante (par ex. brique réfractaire ou produit à chauffer)

Z = distance entre l'axe de la résistance et une charge statique ou mobile

S = distance entre 2 résistances, mesurée à l'axe

- **Calcul des distances minimales** -

S = 2 x Øext. (de l'élément chauffant) au mini

X = S au minimum  
(il est possible de descendre à 0,75 x S si la densité de puissance est réduite)

Z = S / 1,41 pour une charge statique

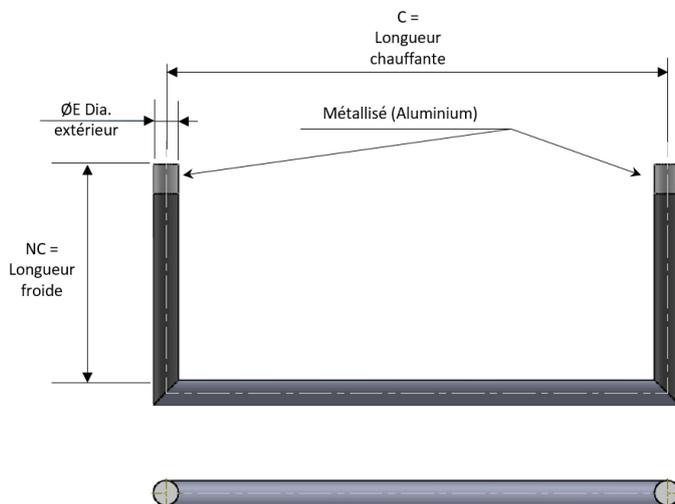
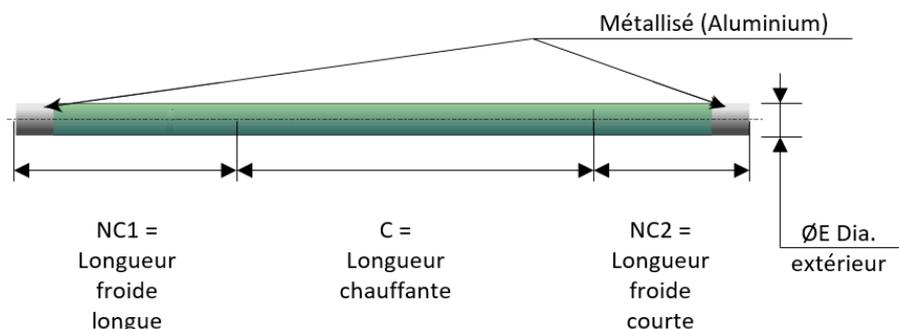
Z = S / 1,73 pour une charge mobile

- **Configurations spéciales**

Des dimensions ou formes spécifiques sont réalisables.

**N'hésitez pas à nous consulter !**

Les longueurs froides peuvent être de longueurs différentes, par exemple dans le cas d'un montage vertical où les traversées d'isolant nécessitent des zones non chauffantes distinctes.



L'élément chauffant de type RA (en « U ») ci-dessous dispense des caractéristiques identiques au modèle RR. Cependant, l'orientation des sorties froides permet de renvoyer les connexions sur la même face. Dans la majorité des cas, les résistances RA sont, les sorties traversent l'isolant de la voûte.

\*\* Demandez le formulaire pour nous consulter :

CS1000 : résistances droites

CS1400 : résistances en « U »

Formes spéciales : nous envoyez votre plan