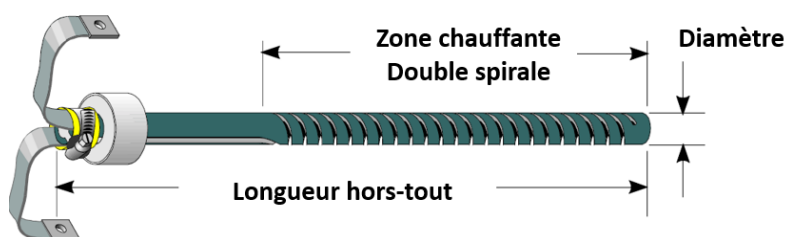


## Résistances chauffantes spiralées en carbure de Silicium (Type SER et TSR)

### ■ Description générale SER

Les résistances spiralées de type SER sont réalisées en carbure de silicium, matériau lié par réaction de haute densité. La série SER est tubulaire, et présente les 2 connexions électriques du même côté. La zone chauffante est réalisée par la découpe de 2 fentes spiralées réduisant ainsi la section de passage de courant pour créer une résistance plus importante. La sortie froide est formée par la découpe de deux fente longitudinales.

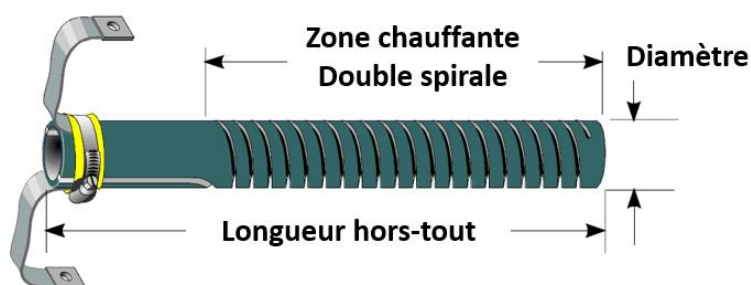
L'élément SER est fourni avec un collier céramique cimenté sur les extrémités de la zone froide. La connectique est rapportée par deux tresses en aluminium (d'une longueur de 248mm) cerclées sur un tube préalablement métallisé d'aluminium pour une meilleure conductivité électrique.



### ■ Description générale TSR

Disponible en cinq diamètres différents, les résistances TSR disposent d'une ouverture intérieure plus importante utilisée en tant que chambre de chauffe. Avec les 2 connexions électriques sur une même sortie, les éléments TSR sont similaires aux résistances SER, mais leur paroi est plus fine offrant ainsi un diamètre intérieur plus large, très utilisé pour les applications de fours tubulaires.

Les résistances TSR ne requièrent pas l'utilisation d'un collier céramique, contrairement aux modèles SER.



\*\* Demandez le formulaire CS3000 pour nous consulter

Les éléments SER et TSR sont caractérisés par leur longueur chauffante, et leur longueur hors-tout. Par exemple, une SR 610x406x32 est un élément en spirale d'une longueur totale de 610 mm, avec une longueur chauffante de 406 mm et un diamètre de 32mm.

## Silicon Carbide Heating Elements



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](http://WWW.REFSAS.COM)



S.A. au capital de 545 000€  
RCS Nanterre B 679 800 615  
SIRET : 679 800 615 00040  
NAF : 2020Z

ARCHITECTE DU CHAUD SUR MESURE

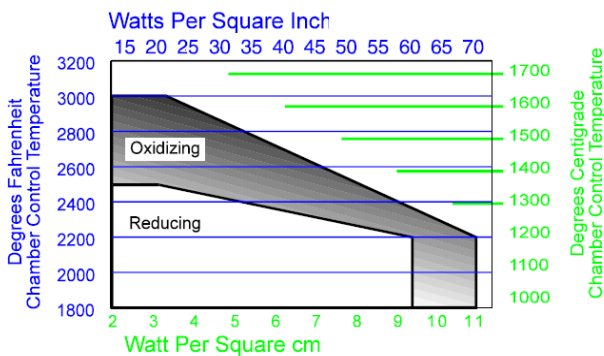
## ■ Performances élevées

Avec une densité élevée de 2,7 kg/dm<sup>3</sup> et un indice de porosité faible, les résistances 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 résistances SE et TSE peuvent évoluer à une température ambiante maximale de 1650°C. En atmosphère réductrice, la température maximale est de 1370°C (voir fig.1).

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



Il y a un film protecteur de dioxyde de silicium sur nos résistances. 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.

## ■ Caractéristiques électriques

Les résistances en carbure de silicium 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.

### ■ Charge électrique

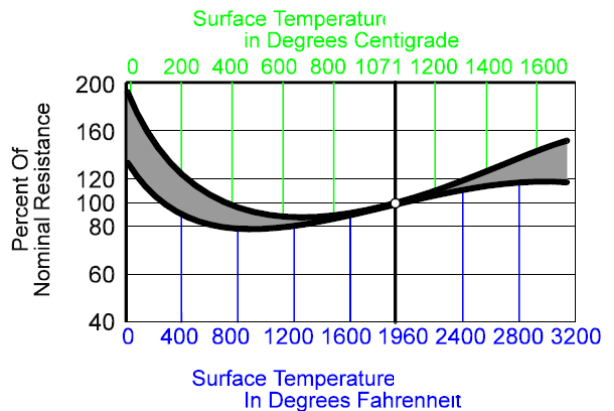
Les résistances sont calibrées selon certains critères relatifs à leur technologie, et ne suivent donc pas les mêmes règles de dimensionnement que les résistances métalliques.

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 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 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  $\pi \times \text{ØE}$ ).

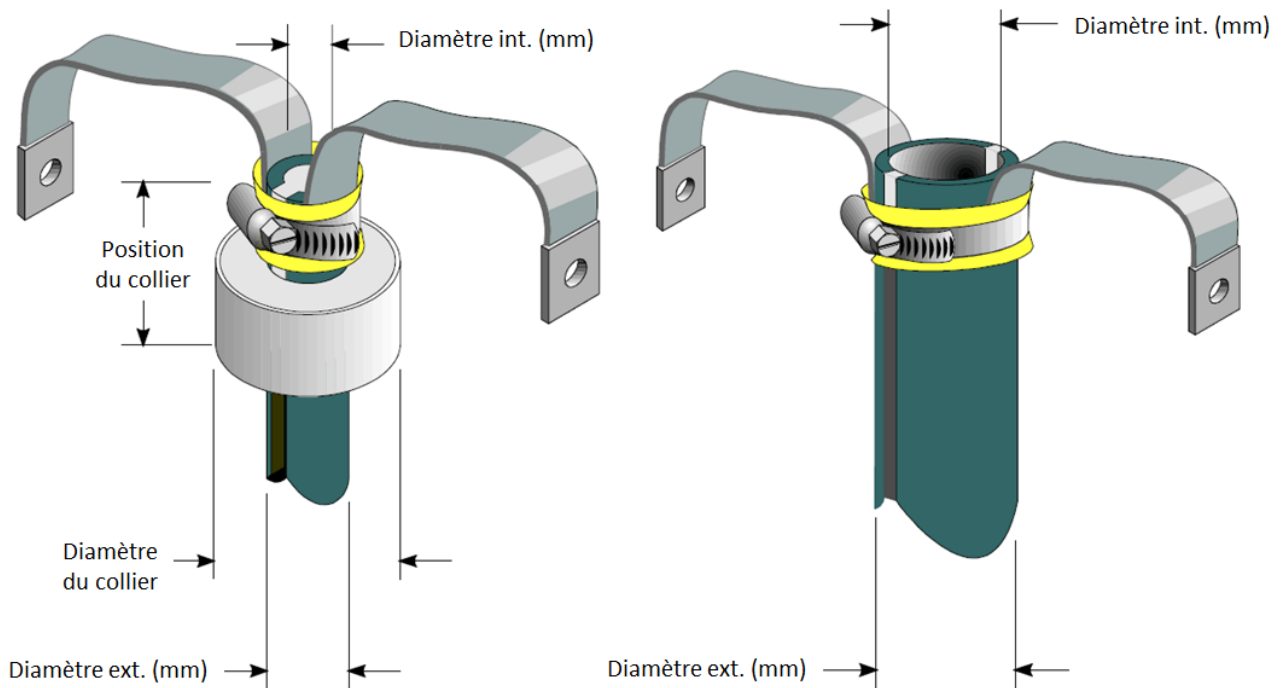
La valeur ohmique des résistances sont calibrées à  $\pm 20\%$  du nominal. L'ampérage de calibration est marqué à l'extrémité de chaque élément chauffant.

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



## ■ Données techniques des résistances

### • Connectiques



### Quelques informations sur les tresses de connexions en aluminium :

- La longueur des tresses est de 254 mm, autant sur les produits SER que sur les résistances TSR.
- Les trous de raccordement électrique sont de 7mm pour les tresses de 50A, et 14 mm pour celles de 100A et plus.

### • Dimensions générales

- Table 1 -										
Données dimensionnelles							Données électriques***			
Diamètre ext. (mm)	Diamètre du collier (mm)	Position du collier (mm)	Lg chauffante maxi (mm)*	Lg hors-tout maxi (mm)*	Diamètre int. (mm)**	Øext. Max. pour tube céramique intérieur	Résistance zone chauffante (Ω/mm)	Résistance zone froide (Ω/mm)	I(A) max (dans tresses de connexion)	
13	38	50	250	533	5	2	0,03929	0,00791	50	
16	38	50	250	559	8	5	0,03153	0,0055	50	
19	38	50	406	635	9,5	6,5	0,02362	0,00394	50	
22	57	50	508	914	12	9	0,02165	0,00314	50	
25	57	50	508	914	14	11	0,01969	0,00233	50	
32	57	50	508	991	17	14	0,01341	0,00152	100	
35	57	76	610	1016	21	18	0,01224	0,0011	100	
38	57	76	610	1016	24	21	0,01103	0,00116	100	
44	76	76	610	1016	27	24	0,0096	0,00079	100	
54	76	76	610	1219	33	30	0,00636	0,00073	100	
70	95	100	1016	1549	48	46	0,00379	0,00042	400	
44	Un collier n'est pas nécessaire, mais il est possible de l'ajouter.		305	610	37	29	0,02953	0	100	
50	N'hésitez pas à nous consulter		305	635	40	32	0,02953	0	100	
55			305	635	44	36	0,02953	0	100	
62			305	660	54	46	0,02953	0	100	
75			305	660	67	59	0,02953	0	400	

\* Nous recommandons de limiter les longueurs à 70% des longueurs indiquées ci-dessus.

\*\* Les résistances de type SER sont bouchées à l'extrémité, côté connexions

\*\*\* Toutes les valeurs ont une tolérance de ±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.

Les résistances peuvent être montée verticalement ou horizontalement. Dans le cas d'un montage horizontal, l'extrémité chaude n'a pas besoin d'être supportée. Cependant, des précautions sont à prendre au niveau de la zone froide, afin que la fente ne soit pas en contact avec l'isolant du foyer ou du four. Il est donc conseillé de positionner les fentes sur le même plan horizontal lors du montage. Nous recommandons l'utilisation de tubes céramiques pour la traversée de la cloison isolante.

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 (Prof. 12 mm). 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).

### • Electricques

D'un point de vue électrique, il est préférable de grouper les résistances selon leur 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**) conçues pour supporter des courants de 25 à 200 ampères.

### • Espacements recommandés

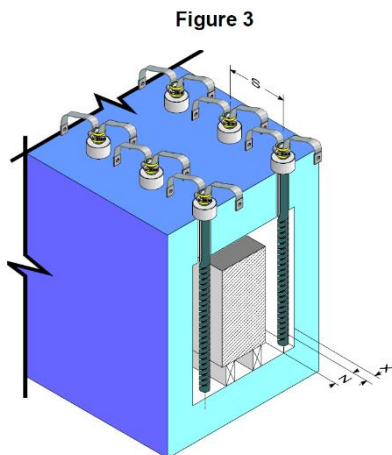


Figure 3

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 =  $2 \times \text{Øext. (de l'élément chauffant) au mini}$

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

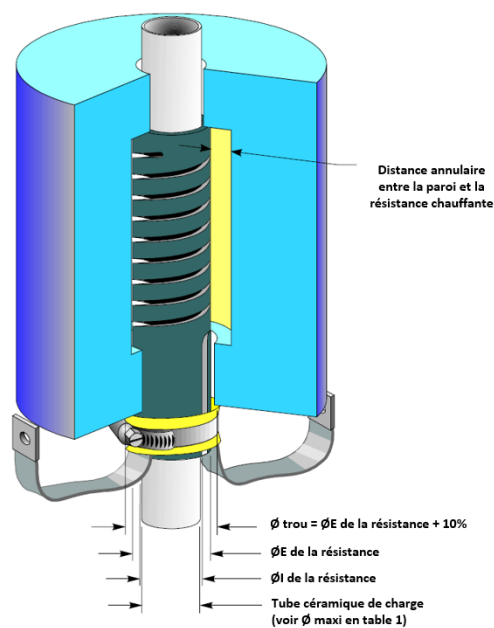
Z =  $S / 1,41$  pour une charge statique

Z =  $S / 1,73$  pour une charge mobile

- Table 2 -	
Diamètre minimal recommandé du trou dans l'isolant réfractaire	
Diamètre ext. (mm)	Ø mini du trou (mm)
13	16
16	19
19	23
22	27
25	30
32	39
35	42
38	42
44	49
54	60
70	77
50	55
55	61
62	69
75	84

- Configurations standards d'assemblage

### Résistance de type TSR utilisée dans un four tubulaire



### Résistance de type SER positionnées horizontalement

