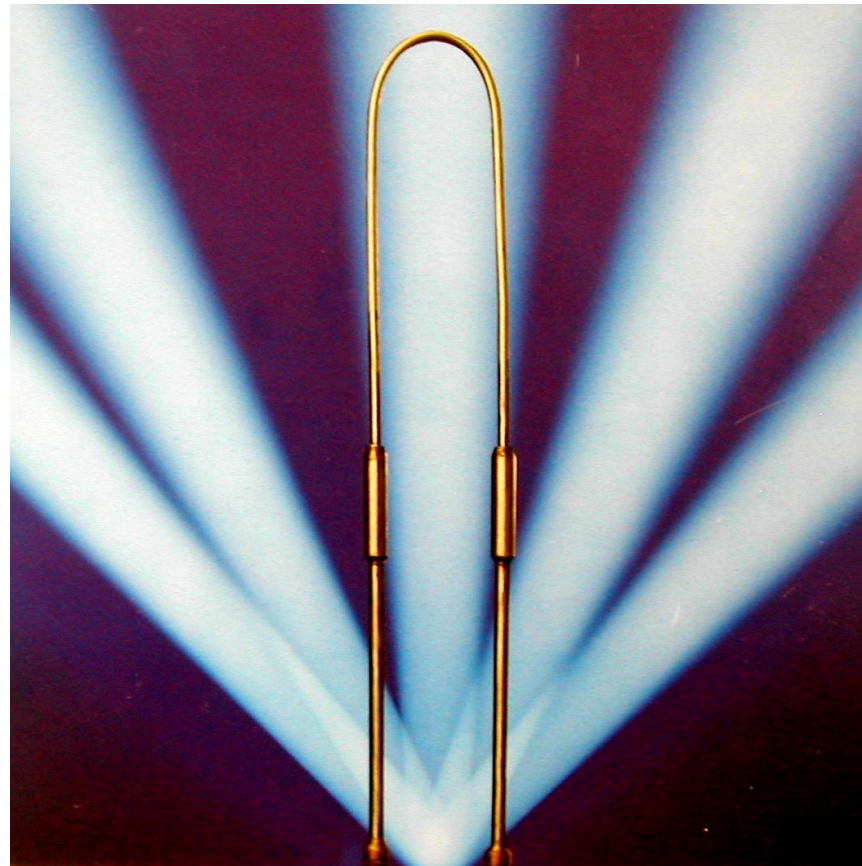


# ELEMENTS CHAUFFANTS A ISOLANT MINERAL



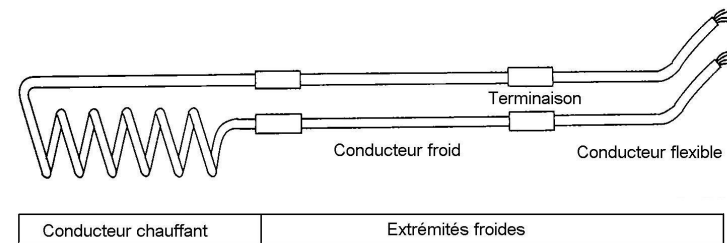
Matériel  
de  
Pyrométrie

**JD**  
mesure

# MODELE STANDARD A JONCTION

Un élément chauffant à isolant minéral est composé de :

- Un "conducteur chauffant" à isolant minéral dont on détermine les caractéristiques en fonction des conditions d'utilisation.
- Deux "sorties froides" à isolant minéral dont l'âme de plus forte section est composée de métaux à résistivité inférieure.
- Deux terminaisons pour assurer l'étanchéité de l'isolant minéral par rapport au milieu ambiant, elles permettent aussi le raccordement au circuit d'alimentation.



Pour déterminer les caractéristiques d'un élément chauffant à isolant minéral, il convient :

- De calculer la résistance du conducteur
- De vérifier la valeur de la charge
- De choisir la résistance adaptée
- De tenir compte des variations éventuelles

# Calcul de la résistance

- Nous considérons connus les éléments suivants :
  - La tension d'alimentation de l'élément chauffant : U (volts)
  - La puissance à installer : P (watt)
  - La longueur du conducteur chauffant : L (mètre)
    - La forme et les dimensions de la pièce à chauffer permettent une première approximation.
  - La température de la pièce : T (degrés C)
    - Il s'agit de la température maximale que peut être atteinte par la pièce à chauffer, avec ou sans l'élément chauffant sous tension.

- La puissance P (watt) dissipée par effet Joule dans un conducteur a pour expression :

$$P = RI^2 = UI \quad R = U/I = U^2/P \quad I : \text{Intensité (A)}$$

R : Résistance du conducteur à la T° de travail (Ohms)

Soit  $R_m = R/L$  R<sub>m</sub> : Résistance linéique du conducteur à la T° de travail (Ohms)

L : Longueur du conducteur (mètre)

- La résistance linéique R<sub>m</sub> détermine le type d'élément chauffant. Pour une nature d'âme déterminée, R<sub>m</sub> nous indique sa section.

# Détermination d'un élément chauffant

- L'élément chauffant sera déterminé à partir de la valeur calculée de la Résistance linéique
  - Le type de conducteur est choisi par comparaison entre la résistance linéique calculée et celle des conducteurs standardisés.
  - Pour vérifier  $R = R_m/L$ , on retiendra le conducteur le plus approchant, puis on fera ensuite varier la longueur  $L$ , pour obtenir la valeur de la résistance  $R$  recherchée.
  - Les calculs de résistance sont calculés à partir de la résistivité du conducteur à 20°C, en s'échauffant la résistivité du conducteur va augmenter, et donc la puissance de l'élément chauffant va augmenter.
    - Les constructeurs ont développé des matériaux dont la variation de résistance en fonction de la température est négligeable. Les plus utilisés sont :
      - Alliage NiCr8020 ou AKA Tophet
      - Alliage de cuivre CuNi 44
    - Seul le conducteur chauffant en cuivre a une résistance qui varie en fonction de la température, celui ci est très peu utilisé.

# Câble blindé «conducteur chauffant »

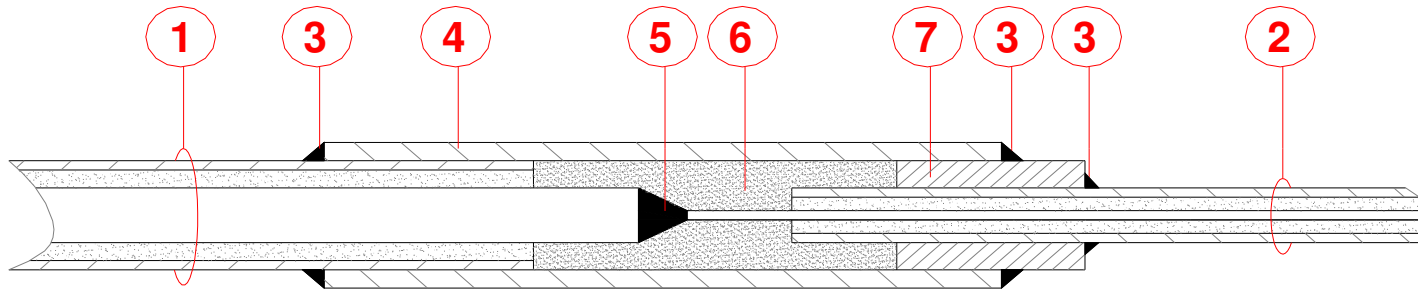
CODE	Resistance	Matériau de la gaine	Diamètre extérieur ( mm )	Matériau du Conducteur	Conducteur interne (approx. mm )	Epaisseur gaine (approx. mm )	
	à 20 °C ( Ohms/m )						
	10V2L32	10,0	Alloy 600	3,2	NiCr8020	0,38	0,44
	6,3V2L32	6,30	2.4816	3,2	(AKA Tophet)	0,48	0,44
	4V2L32	4,00		3,2		0,61	0,34
TOINC	2,5V2L36	2,50		3,6		0,77	0,38
	1,6V2L38	1,60		3,8		0,96	0,40
	1V2L41	1,00		4,1		1,21	0,43
	0,63V2L45	0,63		4,5		1,52	0,48
	0,40V2L50	0,40		5,0		1,91	0,53
	0,25V2L56	0,25		5,6		2,42	0,59
	0,16V2L65	0,16		6,5		3,03	0,69
	10V2A32	10,0	Stainless Steel	3,2	NiCr8020	0,38	0,44
	6,3V2A32	6,30	(AISI 321)	3,2	(AKA Tophet)	0,48	0,44
	4V2A32	4,00		3,2		0,61	0,34
	2,5V2A36	2,50		3,6		0,77	0,38
TOI	1,6V2A38	1,60		3,8		0,96	0,40
	1V2A41	1,00		4,1		1,21	0,43
	0,63V2A45	0,63		4,5		1,52	0,48
	0,40V2A50	0,40		5,0		1,91	0,53
	0,25V2A56	0,25		5,6		2,42	0,59
	0,16V2A65	0,16		6,5		3,03	0,69
	2,5V2A34	2,50	Stainless Steel	3,4	NiCr8020	0,77	0,38
	1,6V2A36	1,60	(AISI 321)	3,6	(AKA Tophet)	0,96	0,40
TOI	1V2A39	1,00		3,9		1,21	0,43
	0,63V2A40	0,63		4,0		1,52	0,48
	0,40V2A47	0,40		4,7		1,91	0,53
	0,25V2A53	0,25		5,3		2,42	0,59
	1,6N2A32	1,60	Stainless Steel	3,2	CuNi 44	0,62	0,40
	1N2A34	1,00	(AISI 321)	3,4		0,79	0,43
	0,63N2A37	0,63		3,7		1,00	0,48
	0,40N2A40	0,40		4,0		1,25	0,53
	0,25N2A44	0,25		4,4		1,58	0,59
	0,16N2A49	0,16		4,9		1,97	0,69
	1,6N2CN32	1,60	CuNi 30M 1Fe	3,2	CuNi 44	0,62	0,40
HCN	1N2CN34	1,00		3,4		0,79	0,43
Alternative	0,63N2CN37	0,63		3,7		1,00	0,48



# Montage des éléments chauffants

- Grâce à leur gaine métallique étanche et à l'isolement minéral du fil résistant, les éléments chauffants peuvent être fixés sur tout type de support par différents moyens :
  - Enroulé autour de la canalisation
  - Introduit à l'intérieur d'un tube
  - Fixé sur la pièce à l'aide de colliers réglable
  - Fixé par des pontets inox soudés
  - Inséré entre deux plaques métalliques
  - Brasé sur le tube
  - Introduit dans des gorges puis brasé ou maté ou recouvert d'un métal
  - Noyé dans un alliage d'aluminium
  
- Pour un faible flux thermique ( $<100\text{W/m}$  ou  $3\text{W/cm}^2$ ), il n'est pas nécessaire d'avoir un très bon échange thermique entre la pièce à chauffer et l'élément chauffant et toutes les solutions sont acceptables.
- Pour un important flux thermique, un bon échange thermique est nécessaire, on préconisera un montage offrant une grande surface d'échange (inséré, brasé ou noyé).
  
- **Le rayon de courbure minimal à respecter est de 3 à 4 fois le diamètre.**
- Un rayon de courbure trop faible déforme la gaine métallique, écrase l'isolant compacté et l'isolation électrique n'est plus suffisante.

# POT DE JONCTION DE CORDON CHAUFFANT



<b>7</b>	Entretoise d'obturation inox		<b>7</b>
<b>6</b>	Bourrage de poudre d'Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		<b>6</b>
<b>5</b>	Brasure conductrice haute teneur en Argent		<b>5</b>
<b>4</b>	Pot de jonction inox		<b>4</b>
<b>3</b>	Soudue "LASER" sous atmosphère contrôlée		<b>3</b>
<b>2</b>	Cable chauffant à isolant minéral		<b>2</b>
<b>1</b>	Cable "FROID" à isolant minéral		<b>1</b>
N°	Désignation	Remarques	N°