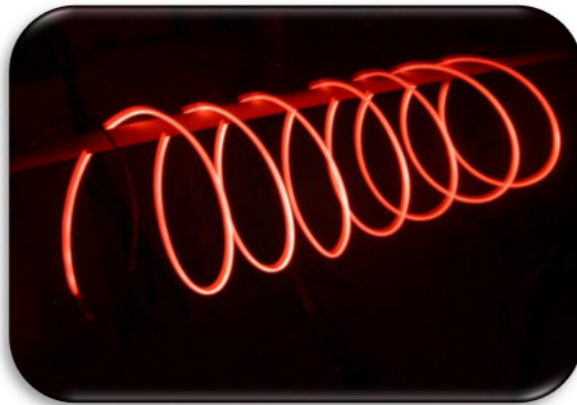


Notice technique BE CC 2017

Câbles chauffants à isolant minéral



## Table des matières

<b>1. Informations générales :</b>	3
1. Type de câble chauffant	3
2. Tension maximale à appliquer	3
3. Température maximale admise :	4
4. Tolérances :	4
5. Puissance maximale admise :	4
6. Durée de vie/température/régulation :	4
7. Résistance d'isolement et tension de test	5
<b>2. Stockage :</b>	5
<b>3. Installation des câbles chauffants</b>	5
1. Vérification du matériel reçu :	5
2. Vérification de la surface d'installation des câbles :	5
3. Déroulage du câble :	6
4. Mise en forme du câble	6
5. Fixation du câble par bandes fournitures THERMO-EST	8
6. Branchement des connecteurs métal/céramique	8
<b>4. Installation sur boîtiers :</b>	9
<b>5. Isolation thermique :</b>	10
<b>6. Test de l'installation</b>	10
<b>7. Remarques générales :</b>	11

## 1. Informations générales :

Les personnes impliquées dans l'installation, le test et la maintenance des câbles chauffants doivent être correctement formés pour toutes les techniques nécessaires à leurs poses ainsi qu'aux risques électriques généraux. Toute installation doit être supervisée par des personnes ayant de l'expérience dans l'installation d'éléments chauffants notamment pour le traçage électrique. L'installation doit être en accord avec les normes IEC 60519 et IEC 62086 ou autre en fonction des dispositions locales.

### 1. Type de câble chauffant

Le principe d'un câble chauffant est d'associer une zone chauffante avec deux sorties froides et des terminaisons électriques, THERMO-EST propose trois types de câbles chauffants :

- **Avec sorties froides intégrées**

Ici la sortie froide est intégrée sous le même diamètre de gaine, âme partie chauffant en NiCr 80/20 et âme partie froide en cuivre.

- **Avec rétreint**

La zone chauffante est réalisée par une réduction du diamètre de câble, les âmes de la partie chauffante et de la partie froide sont réalisées en NiCr 80/20.

- **Avec jonctions soudées LASER ou brasée**

La zone chauffante est réalisée par une jonction soudée LASER ou brasée, âme partie Chauffant en NiCr 80/20 et âme partie froide en cuivre.

### 2. Tension maximale à appliquer

Diamètre de gaine [mm]		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	≥3.2
Tension [V]	Mono Conducteur	50	110	150	220	250	380	380
	Bi conducteur	35	66	100	150	170	200	220

**Note :** Ces données peuvent changer en fonction des températures, conditions d'utilisation etc... Dans tous les cas ne jamais appliquer des tensions supérieures à celle prescrite par le bureau d'étude de THERMO-EST sans l'en avoir informé au préalable. Possibilité d'alimenter les câbles chauffants au-delà de 380V, nous consulter.

### 3. Température maximale admise :

Au niveau des gaines de partie chaude et froide :

Nuance chemisé		Nature transition Chaud/Froid	T° maxi
Chauffant	Froid		
AISI 321	AISI 321	Jonction brasée	600° C
AISI 321	AISI 321	Jonction laser	700° C
Inconel 600	Inconel 600	Jonction laser	850° C
Inconel 600	Inconel 600	Intégrée	1000° C
Inconel 600	Inconel 600	Rétreint	1050° C

Au niveau des terminaisons :

- Terminaisons époxy : 180°C
- Terminaison métal céramique : 550°C momentanée, 400°C continue

### 4. Tolérances :

Tolérance sur les longueurs :

- +/- 10% jusqu'à 5m
- +/- 5 % au-delà
- Pour les câbles à parties froides intégrées :
  - +/-10% jusqu'à 1m
  - +/- 5% au-delà

Tolérance sur les diamètres : +/-0,05mm

Tolérance sur les résistances : +/- 10%

### 5. Puissance maximale admise :

La puissance maximale admise dépend du type de câble installé, du montage, des restrictions de sécurité liée au montage etc... Ne jamais dépasser les puissances prescrites par le bureau d'étude de THERMO-EST sans l'en avoir informé au préalable.

### 6. Durée de vie/température/régulation :

La durée de vie des câbles chauffants est étroitement liée à la température extérieure de la gaine de ces câbles. La température de surface maximale de la gaine extérieur du câble chauffant **ne doit pas dépasser les 600 °C pour une gaine inox (1050°C si gaine inconel et rétreint).**

La durée de la vie des câbles chauffants est influencée essentiellement par trois facteurs :

1. Température du câble chauffant ou bien température de service
2. Montée en température du câble chauffant / maintien de la température de service (type de régulation / commande électrique)
3. Puissance d'émission calorifique de la gaine en W/cm<sup>2</sup> et du conducteur électrique produisant de la chaleur.

Le fonctionnement optimal du câble chauffant et donc sa durée de vie maximale est atteint avec une alimentation en courant continu lorsqu'une montée en tension progressive est appliquée pour atteindre la température de service, suivie d'une tension constante pendant le fonctionnement à régime permanent. Les cycles fréquents de marche/arrêt provoquent des stress électrique et mécanique sur les câbles chauffants et ont un impact négatif sur leur durée de vie. (Cependant, le fonctionnement en courant continu n'est, en général, pas rentable, mais en courant alternatif il faut veiller à ce que le câble chauffant soit alimenté de manière constante sans coupure et par une tension optimale (transformateur de réglage) ou bien, se rapprocher le plus de ce régime par l'application d'une tension fixe par l'emploi d'une régulation de la puissance). La commutation doit s'effectuer exclusivement au point de changement de signe de la phase. Pour la commande, il faut utiliser dans ce cas des interrupteurs de type relais "Solid State" ou des régulateurs à thyristors avec commutation au point de changement de signe de la phase. Ici, on veillera à des cycles de commutation minimales (<0.1 s). L'emploi d'une régulation de l'amplitude de la tension alimentant le câble chauffant avec une tension variable permet d'obtenir la grande durée de la vie. L'emploi d'une commande par déphasage initial donne aussi de bons résultats.

**Si le câble chauffant ou son application est soumis à une température de plus de 600 °C, nous recommandons, pour de grandes longueurs de câbles ou des densités de puissance élevées, l'utilisation d'un transformateur d'isolement afin de prévenir les risques liés au contact, et aux courants de fuite.**

### 7. Résistance d'isolement et tension de test

Test à mener dans une pièce à 23°C ± 5°C.

Diamètre	0.5 mm	1.0 mm	1.5 mm	≥2.0 mm
Tension de test pour câble mono conducteur	100 V	100 V	250 V	500 V
Tension de test pour câble bi conducteur	50 V	50 V	100 V	250 V
Isolation minimale pour L < 1m	20 GΩ	20 GΩ	100 GΩ	100 GΩ
Isolation minimale pour ≥ 1m	20 GΩ m	20 GΩ m	100 GΩ m	100 GΩ m

Exemple : Un câble mono conducteur de diamètre 2.5mm et d'une longueur de 10m devra être testé sous 500V et avoir une résistance d'isolement de 100 GΩ.m/10m 10 GΩ.

La norme CEI/TS 62395-2:2008 interdit l'installation de résistances chauffantes ayant une résistance d'isolement <20MΩ.

### 2. Stockage :

- Stocker les câbles dans un endroit propre et sec
- Protéger les câbles contre l'humidité et les chocs mécaniques

### 3. Installation des câbles chauffants

#### 1. Vérification du matériel reçu :

- Inspecter les câbles pour vérifier qu'ils ne sont pas endommagés
- Mesurer l'isolement et la résistance de ligne et vérifier la correspondance avec la fiche suiveuse

#### 2. Vérification de la surface d'installation des câbles :

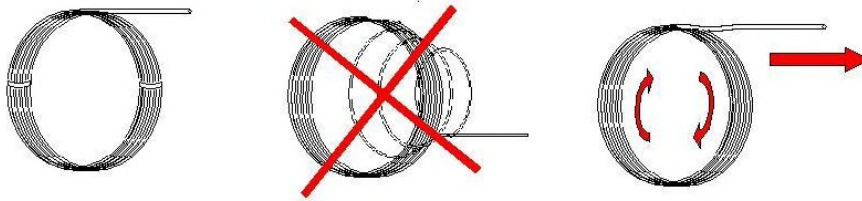
- Enlever la saleté, la rouille et la poussière avec une brosse métallique
- Enlever les résidus d'huile ou de gras avec un solvant



- Inspecter les surfaces pour rechercher d'éventuelles bosses, surfaces rugueuses, bords tranchants etc. pouvant endommager les câbles. Si nécessaire adoucir les angles ou combler les trous avec des feuilles d'aluminium.

### 3. Déroulage du câble :

- Ne pas tirer le câble trop fortement
- Ne pas faire de nœuds et ne pas écraser les câbles
- Respecter le schéma ci-dessous :



**!! Ne pas plier les câbles à moins de 5 centimètres des jonctions !! Ceci pourrait les endommager, NE JAMAIS PLIER OU FORCER SUR LES SOUDURES DES JONCTIONS**

### 4. Mise en forme du câble

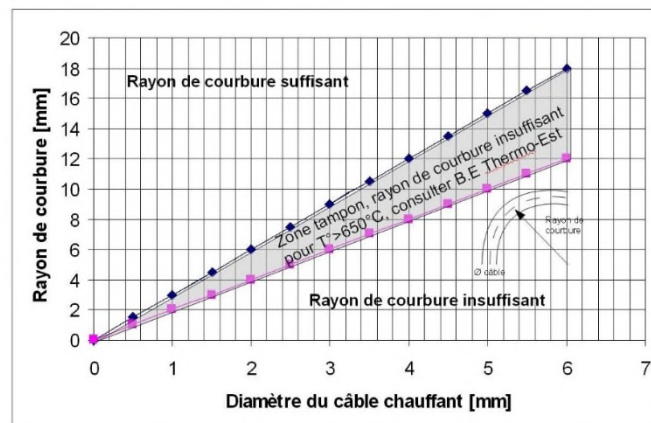
Général :

Ne pas répéter un pliage et un redressage de câble plus d'une fois au même endroit

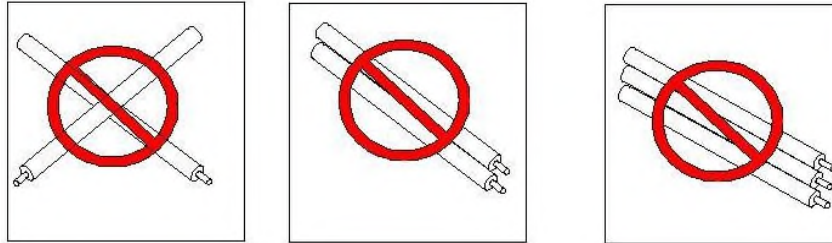
**!! Ne pas plier les câbles à moins de 5 centimètres des jonctions INOX !!**

**Ceci pourrait les endommager, NE JAMAIS PLIER OU FORCER SUR LES SOUDURES DES JONCTIONS**

Respecter les rayons de courbures : les cintrages des câbles doivent se faire autour d'un tube de diamètre extérieur d'au moins 6 fois le diamètre extérieur du câble, voir exemple ci-dessous.



Ne pas superposer, croiser ou poser côte à côte les parties chaudes des câbles.



Ecartement minimal des câbles de 25 mm (Un écartement inférieur est possible mais cela exige une grande prudence et une documentation technique appropriée)

Il sera nécessaire d'ajuster les longueurs de partie froide pour les connecter aux boîtiers, pour cela il sera nécessaire de les enrouler ou de pratiquer des méandres veuillez dans tous les cas à utiliser le tube pour cintrer les câbles.

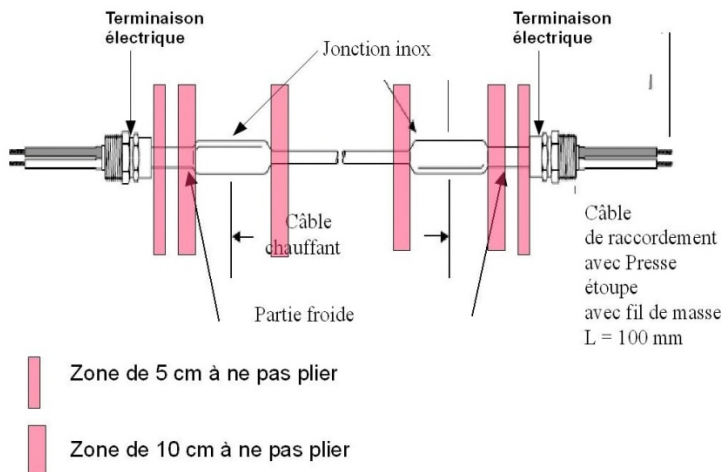
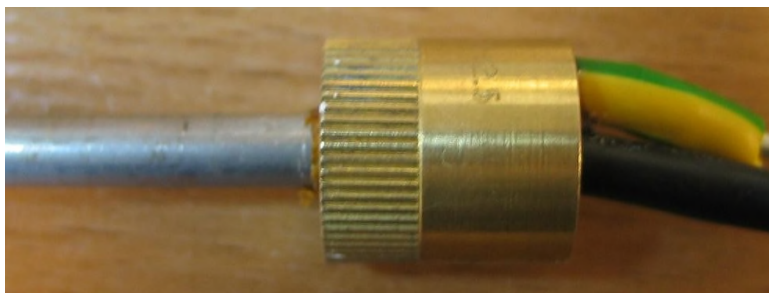


Photo d'une jonction :



Photo d'un exemple de terminaison électrique :

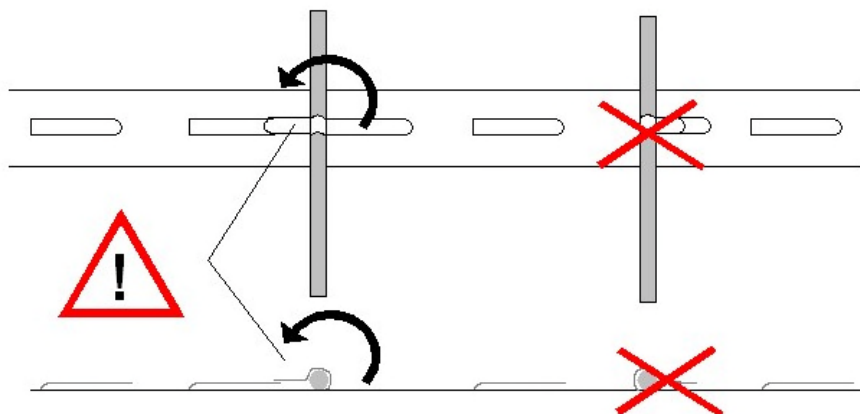


## 5. Fixation du câble par bandes fournitures THERMO-EST

Les bandes sont à installer selon plan d'installation et à souder par résistance sur la trémie.

**La jonction partie chaude/ partie froide doit être fixée par une bande de métal à 50mm environ de chaque côté de la jonction.**

Suivez le dessin ci-dessous pour l'installation :



## 6. Branchement des connecteurs métal/céramique

Photo d'un connecteur métal/céramique :





Le raccordement électrique des câbles chauffants via les connecteurs métal/céramique doit être effectué avec des outils adaptés pour ne pas détériorer la céramique qui permet de garantir l'étanchéité du câble chauffant.  
**Il faut préconiser des outils de serrage avec des mors en plastique.**

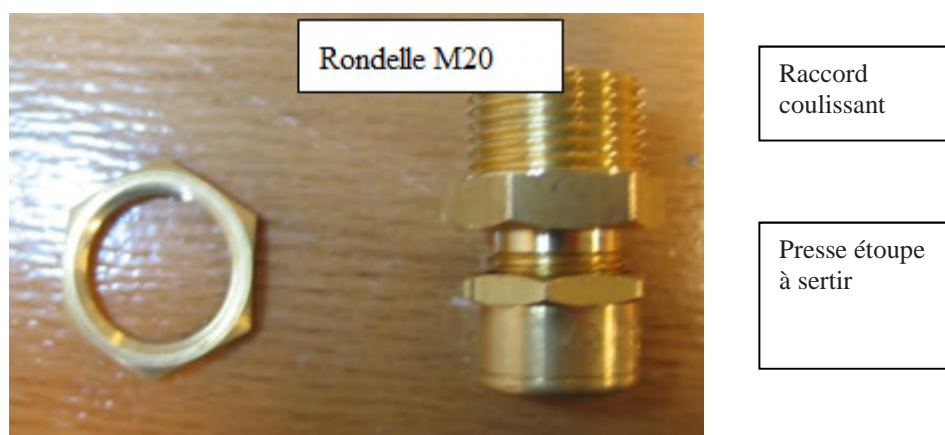
**Photo de connecteurs métal/céramique détérioré :**



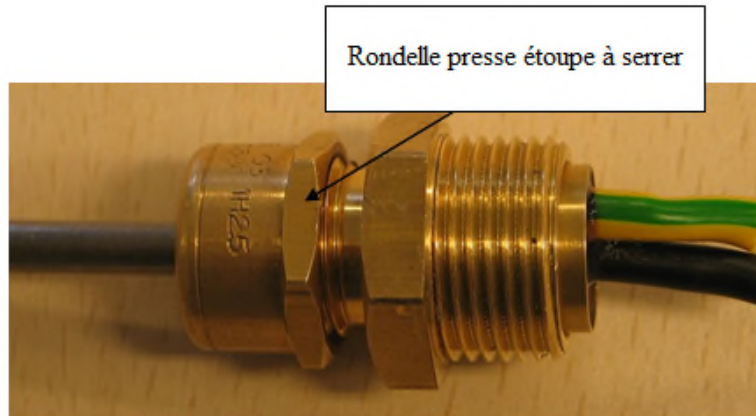
#### **4. Installation sur boîtiers :**

Les boîtiers de fourniture THERMO-EST doivent être fixés par 4 vis M4, la longueur est à définir par l'installateur, la profondeur des boîtiers est de 120mm.

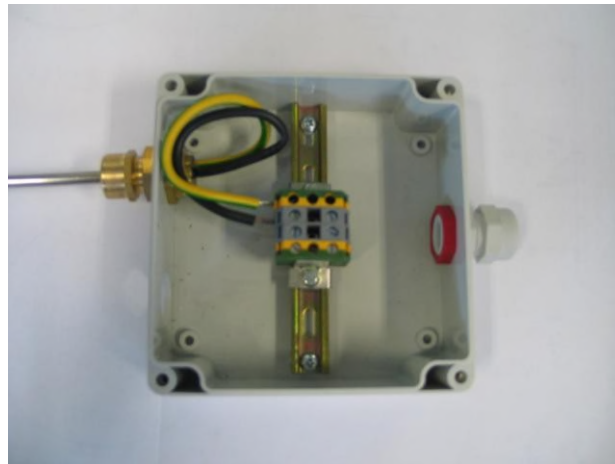
Afin d'assurer une étanchéité du raccordement un raccord coulissant avec presse étoupe est fourni, il se compose de deux parties :



Une fois la jonction dans le raccord coulissant, serrer le presse étoupe pour garantir l'étanchéité



Raccorder le câble dans le boîtier comme suit :



## 5. Isolation thermique :

Dans certains cas, les câbles chauffants ont été dimensionnés en fonction du besoin de l'application. Veuillez-vous conformer aux calorifuges comme mentionnés dans le dossier de pré-étude et/ou dans l'offre de prix.

Le fonctionnement correct d'un système de traçage électrique est obtenu lorsque l'isolation est sèche. La puissance calorifique des traçages électriques est normalement insuffisante pour sécher une isolation thermique humide.

Certains matériaux isolants ne regagnent jamais leur pleine capacité d'isolation une fois qu'ils ont été humidifiés même si on les retire des tuyauteries et qu'ils subissent un séchage forcé.

## 6. Test de l'installation

Attention, cette vérification doit être faite par un électricien confirmé.  
La tension de test d'isolement est définie dans le tableau de la partie 1.6.

Il est nécessaire de contrôler la résistance d'isolement des câbles à différentes étapes ainsi que leur résistance, toute chute d'isolement entre deux étapes ci-dessous doit absolument être signalée :

- Avant d'installer le câble quand celui-ci est encore enroulé  
Nécessité de comparer la valeur d'isolement avec la mesure d'usine, si une chute significative est constatée (baisse de 30 %) veuillez contacter THERMO-EST
- Avant d'installer l'isolant thermique
- Avant le démarrage initial de l'installation

**Il est important de noter qu'à partir de la validation à la réception par le client des câbles chauffants la responsabilité de THERMO-EST ne peut être engagée si un problème apparaît aux étapes avant calorifuge et avant démarrage.**

## **7. Remarques générales :**

Des thermocouples doivent être installés au niveau des gaines de chaque câble chauffant pour contrôler la montée en température ainsi que le maintien en température. Ces capteurs de température doivent être dimensionnés et installés pour assurer un parfait contact entre le câble chauffant et le capteur.

L'installateur devra veiller au respect de la réglementation de la région où sont installés ces câbles d'un point de vue de la sécurité, des courants de fuites maximums autorisés et de l'étiquetage.

**La norme CEI/TS 62395-2 :2008 décrit notamment les marquages, essais, examens et documentation à réaliser pour l'installation, la mise en service, la maintenance ainsi que la réparation d'une installation de traçage électrique.**

Pour plus d'informations veuillez-vous référer à la notice d'utilisation et de fonctionnement des câbles chauffants et leurs applications.