



Version Française



Jacques Jumeau

Technologie des composants utilisés dans le chauffage.

## Chapitre 27

# Introduction aux applications en traçage électrique



## Introduction aux applications en traçage électrique

Afin de tenir compte des températures maximales admises par les polymères isolants, les puissances des câbles chauffants souples sont en général comprises entre 5 et 30W/mètre, exceptionnellement 40W/m ou 60W/m pour des câbles autorégulants. Ces câbles sont spiralés ou posés longitudinalement et en contact avec les parois à réchauffer, et maintenus en place par des adhésifs ou des bandes métalliques. Leur classification concernant la résistance au feu est régie par la norme EN 60332.

Principales recommandations d'utilisation des câbles chauffants souples:

**Raccordement :** Les extrémités du câble chauffant doivent obligatoirement être raccordées sur une section non chauffante avant leur entrée dans le boîtier de commande électrique.

### Protection électrique

Tous les rubans et câbles chauffants doivent être installés avec une protection électrique conforme à la réglementation locale applicable.

Pour les câbles autorégulants, la norme Française NFC 15-100 requiert de prévoir un disjoncteur ou un interrupteur différentiel magnétothermique (courbe C ou K) de calibre 30mA afin d'assurer la protection des personnes.

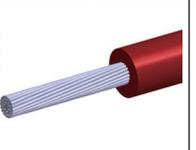
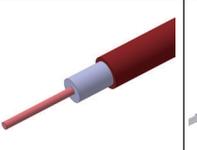
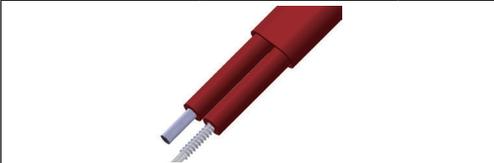
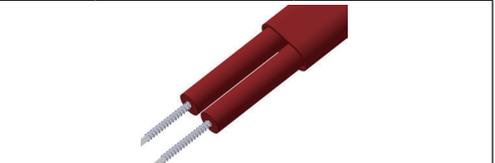
### Problèmes spécifiques liés aux pointes de courant des câbles auto-régulants:

Ces câbles provoquent une pointe de courant importante lors de leur mise sous tension. Se référer aux notices des constructeurs de câbles pour en connaître la valeur.

Il est donc important:

1. D'ajuster le calibre des disjoncteurs en fonction de cette pointe (Valeurs données par la norme CEI60898)
2. De tenir compte de cette particularité pour la sélection des relais statiques. Ces surcharges étant répétitives lorsque ces câbles autorégulants sont contrôlés par un système externe de régulation, nous recommandons de sur-dimensionner les relais statiques, car la répétition de ces pointes de courant limite la durée de vie des relais statiques.

### Technologie série

				
Câble série nu spiralé sur une âme en fibre de verre	Câble série spiralé sur une âme fibre de verre et isolé PVC, silicone, ou FEP (PTFE)	Câble série multibrin isolé PVC, silicone, ou FEP (PTFE)	Câble série avec isolation magnésienne sous tube métallique	Câble série avec tresse métallique de protection
				
Câble série avec conducteur de retour non chauffant		Câble série à deux conducteurs chauffants		

Ce sont des cordons chauffants composés d'un seul conducteur multibrin, dont les brins peuvent être droits ou enroulés sur une âme en fibre de verre. L'isolation électrique est généralement en PVC, Silicone, ou FEP. Les câbles sont de section circulaire et peuvent recevoir une protection mécanique par une tresse métallique qui peut être elle-même recouverte d'un isolant souple. Ces cordons sont raccordés à chaque extrémité sur l'alimentation électrique.

Ils existent aussi en version à deux conducteurs, parallèles, l'un chauffant et l'autre non chauffant servant à la connexion du retour, et en deux conducteurs parallèles chauffants.

Ils sont définis par leur résistance métrique (Ohms/m), qui doit être calculée en

fonction de la puissance et la tension, ainsi que de limites techniques (composition des brins, température maximale supportée par l'isolant). Leur longueur ne peut pas être ajustée sur site. Les modèles sans tresse de protection sont généralement utilisés dans l'industrie du froid pour dégivrage des portes de chambre froide, dégivrage et écoulement des évaporateurs, mises hors gel des tuyauteries, vannes, compteurs d'eau, etc.

Les modèles avec tresse de protection sont utilisés pour le traçage électrique de tuyauteries de grande longueur en pétrochimie par exemple.

### **Terminaison des câbles:**

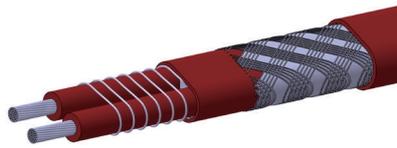
L'extrémité de ces câbles doit être équipée d'une partie non chauffante, câble ou fils, qui peut être sertie ou soudée, puis recouverte d'un isolant (manchon silicone, manchon thermo-rétractable ou surmoulage).

Utiliser avec précaution les manchons thermo-rétractables pour les terminaisons de fils si ceux-ci sont gainés PVC, Polyoléfine ou polymère souple type TPR.

### **Contrôle de température:**

Cette technologie requiert un système de contrôle de température. Un thermostat à température fixe, en général à disque, peut être surmoulé à une des extrémités du câble dans les versions deux conducteurs parallèles.

### **Technologie parallèle à puissance constante**



Câble à puissance constante avec tresse métallique de protection

Ces câbles plats ou méplats, en forme de rubans, sont composés de 2 conducteurs en cuivre, non chauffants, acheminant l'alimentation 230V sur toute la longueur du ruban.

L'effet thermique est assuré par le passage du courant d'un conducteur à l'autre à travers un maillage en parallèle composé de fils résistifs nickel-chrome alternativement soudés à l'un et à l'autre des 2 conducteurs.

L'isolation électrique est généralement en PVC, polyoléfine, Silicone, ou FEP. Les câbles sont de section méplate et peuvent recevoir une protection mécanique par une tresse métallique qui peut être elle-même recouverte d'un isolant souple. Ces cordons sont raccordés sur l'alimentation électrique à une seule extrémité, l'autre extrémité du cordon devant recevoir une isolation électrique couvrant la coupe.

Ils sont définis par un nombre de watts par mètre.

Cette technologie permet la coupe du câble chauffant à longueur voulue, avec une puissance directement proportionnelle à la longueur.

Elle est adaptée au maintien à température moyenne, car sa résistance ne varie pas en fonction de la température comme pour les câbles autorégulants, et n'est pas limitée en température par les caractéristiques du compound résistif semi-conducteur des câbles autorégulants.

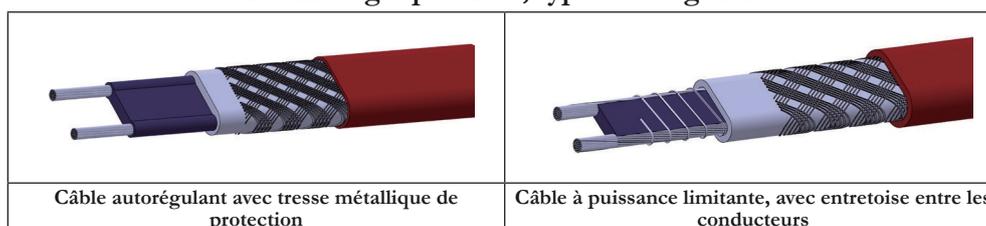
### **Terminaison des câbles:**

L'extrémité de ces câbles doit être équipée d'une partie non chauffante, fils ou câble, qui peut être sertie ou soudée, puis recouverte d'un isolant. Utiliser avec précaution les manchons thermo-rétractables pour les terminaisons de fils si ceux-ci sont gainés PVC, Polyoléfine ou polymère souple type TPR.

### **Contrôle de température:**

Cette technologie requiert un système de contrôle de température. Dans des applications standard et de série (Cordons antigél pour gouttières, réchauffeurs de compresseurs frigorifiques, dégivrage de vitres de congélateurs, évaporateurs de condensats, etc...), un thermostat à température fixe, en général à disque, peut être surmoulé à une des extrémités du câble.

## Technologie parallèle, type autorégulant



Ces câbles plats ou méplats, en forme de rubans, sont composés de 2 conducteurs en cuivre (quelquefois 3), non chauffants, acheminant l'alimentation électrique de puissance sur toute la longueur.

L'effet thermique est assuré par un polymère plastique conducteur extrudé, reliant les deux conducteurs en cuivre.

La principale caractéristique thermique de ce polymère est la variation de sa résistivité, donc de sa puissance par mètre linéaire, en fonction de sa température. Cette température est la résultante de son auto-échauffement par effet joule et de son échange thermique vers l'extérieur par la paroi sur laquelle il est placé, ainsi que de la température externe. La réduction de puissance est de l'ordre de 65% entre 0 et 140°C (température maximale supportée par le polymère semi-conducteur).

Cela permet de délivrer uniquement la puissance nécessaire en fonction des conditions environnementales.

Ce câble est aussi autolimitant et atteint une puissance quasi nulle à l'approche de la température limite du polymère, ce qui évite la destruction par surchauffe en cas de mauvaise installation (chevauchement ou croisement de câbles, traversée de calorifuge, etc.). Cependant, il convient toutefois de veiller à ce que, en aucun cas, le fluide circulant dans la tuyauterie ne dépasse la température critique du polymère, ce qui provoquerait sa destruction.

La contrepartie de cette augmentation de résistivité en fonction de la température est une baisse de celle-ci lorsque la température descend. La puissance au démarrage de ces fils sera fonction de la température ambiante. Dans le cas d'ambiances très froides, cela provoque des surintensités importantes jusqu'au moment où le câble atteint sa température de régime.

Une variante de cette technologie dite à puissance limitante utilise un fil composite spiralé autour de deux conducteurs parallèles séparés par une entretoise de largeur constante. Les caractéristiques de ce fil permettent une limitation de la puissance car sa résistance croît assez fortement avec la température. La réduction de puissance est de l'ordre de 45% entre 0 et 200°C. (Température maximale d'utilisation des isolants).

Cette technologie permet la coupe du câble chauffant à longueur voulue, avec une puissance maximale directement proportionnelle à la longueur. L'isolation électrique est généralement en Polyoléfine, Silicone, FEP ou PFA. Les câbles sont de section méplate et peuvent recevoir une protection mécanique par une tresse métallique qui peut être elle-même recouverte d'un isolant souple. Ces cordons sont raccordés sur l'alimentation électrique à une seule extrémité, l'autre extrémité du cordon devant recevoir une isolation électrique couvrant la coupe.

Ils sont définis par un nombre de watts par mètre à la température ambiante.

### Terminaison des câbles:

- **Solution 1:** L'extrémité de ces câbles peut être rendue non chauffante par coupure de la zone plastique noire semi-conductrice entre les deux conducteurs, sur toute la longueur destinée au raccordement, ce qui est habituellement long et fastidieux. Après la coupe, la section non chauffante des fils avec le plastique semi-conducteur est irrégulière et difficile à étancher, même avec des capuchons silicone souple. Du fait de cette section irrégulière, l'étanchéité au niveau des garnitures de presse étoupe n'est pas garantie.

- **Solution 2:** L'extrémité de ces câbles doit être équipée d'une partie non chauffante, câble ou fils, qui peut être sertie ou soudée, puis recouverte d'un isolant (manchon silicone, manchon thermo-rétractable ou surmoulage)

**Note importante:** le compound semi-conducteur (PPHD chargé carbone) utilisé sur ces câbles chauffants n'a pas une tenue en température élevée. L'utilisation de manchons thermo-rétractables sur les extrémités et les raccordements doit être fait avec précaution et en évitant de dépasser les températures de destruction de ce compound.

### **Contrôle de température:**

Cette technologie ne requiert pas systématiquement un contrôle de température. Cependant nous recommandons de les équiper afin de réguler la température à la valeur demandée par le processus.

### **Les problèmes de raccordement des câbles chauffants**

**Echauffement:** leur présence augmente la température ambiante. A titre d'exemple un boîtier de volume 1500/2000cm<sup>3</sup> (taille courante de boîtier) verra sa température ambiante augmentée de 20°C avec simplement 5 watt de puissance dissipée à l'intérieur.

Cela correspond à 20 cm de câble chauffant à 25 watts par mètre, soit une longueur possible nécessaire au raccordement de 3 câbles chauffants dans un coffret de distribution. Il est donc important d'éviter ce type de montage, en particulier lorsque le coffret comporte un thermostat antigel dont l'organe de mesure est situé dans le boîtier lui-même et est donc sensible à sa température interne.

Les boîtiers comportant des thermostats antigel ont été conçus pour que l'organe de mesure de température soit à l'extérieur du boîtier. Cependant, pour éviter ces surchauffes internes, nous recommandons de connecter ces câbles sur une partie non chauffante avant de les introduire dans un boîtier de contrôle. Nous proposons donc toute une série de solutions de raccordement permettant de faire face à tous les cas de figure.

**Réseau électrique:** Dans la plupart des cas, le raccordement sur site est réalisé sans réseau électrique disponible. Nous avons développé des systèmes de raccordement par bornes à vis ou par sertissage, qui ne demandent pas de courant.

**Découpes:** Ils sont souvent montés sur des tuyauteries isolées thermiquement et recouvertes d'une tôle de protection : Nous avons privilégié les découpes carrées et rectangulaires pour les pieds de fixation. Elles sont plus faciles à réaliser sans outillage électrique.

**Les raccordements sont en général en extérieur:** Nous avons réalisé des systèmes de raccordement étanches, réalisables sans électricité, par capuchons souples et remplissage avec du silicone liquide vulcanisant à la température ambiante. Ces capuchons ont été dessinés pour être faciles à remplir, et comportent un système simple qui permet de les maintenir en bonne position pendant le temps du remplissage et de la polymérisation.

Pour des montages économiques, lorsqu'un moyen de chauffage est disponible, nous proposons deux types de gaines rétractables à fort coefficient de rétraction, à simple paroi pour des montages où l'étanchéité n'est pas nécessaire, et à double paroi, avec paroi intérieure fusible, pour les montages où une étanchéité relative est demandée.

**Le dégainage et le dénudage sont fastidieux :** Sur des câbles oblongs, et en particulier sur les câbles autorégulants ces opérations sont longues et risquées. Nous avons donc développé toute une gamme de pinces à dénuder pour ces câbles.