



Serge Baril



SERGE BARIL

CÂBLES CHAUFFANTS SPÉCIFICATION TYPE

- 1.0 PORTÉ
- 2.0 PRINCIPES GÉNÉRAUX
- 3.0 NORMES, CODES ET APPROBATION
- 4.0 ÉVALUATION DE PERTE DE CHALEUR
- 5.0 SÉLECTION DE TRACÉS CHAUFFANTS
- 6.0 CONTRÔLE THERMIQUE
- 7.0 SURVEILLANCE DE RÉSEAU
- 8.0 INSTALLATION

1.0 PORTÉ

Cette spécification traite de normes de conception, d'installation et de vérification de tracés de câble chauffants électriques utilisés pour des tuyaux et des réservoirs isolés.

2.0 PRINCIPES GÉNÉRAUX

2.1 Règle générale

La conception, les plans, les équipements et matériaux utilisés devront être conformes aux normes mentionnées dans cette spécification et aux conditions de vente de l'ensemble des prescriptions de cette spécification.

2.2 Exceptions

Chaque dérogation aux prescriptions de cette spécification devra être décrite de manière claire et précise dans la soumission.

2.3 Matériaux et main d'oeuvre

Tous les câbles chauffants, composantes et accessoires devront être neufs, non utilisés et non endommagés, de grade ou de qualité tel que stipulé dans la documentation du fabricant.

2.4 Conception et installation

La conception et l'installation devront être strictement conformes aux recommandations et spécifications publiées par le fabricant.

3.0 NORMES, CODES ET APPROBATION

Les composantes électriques, la conception et l'installation devront être conformes aux dernières éditions des codes et normes suivants :

American National Standards Institute (ANSI);
Code Canadien de l'Électricité (CEC);
Factory Mutual (FM);
Institute of Electrical Engineers (IEEE);
National Electrical code (NEC);
National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
National Fire Protection Association (NFPA);
Occupational Safety and Health Act (OSHA);
Underwriter's Laboratory (UL);
Normes et codes locaux.

4.0 ÉVALUATION DES PERTES DE CHALEUR

4.1 L'évaluation des pertes de chaleur devra être conforme aux règles prescrites dans l'édition 515-1989 de l'IEEE.

4.2 Une marge de sécurité minimale de 10% devra être incluse dans les calculs de perte de chaleur.

4.3 Devront aussi être prises en considération les conditions climatiques extrêmes suivantes :

Température ambiante minimum = -40°F (-40°C)

Vitesse maximale du vent = 20 MPH (32km/h)

4.4 Isolation thermique

Tous les tuyaux et réservoirs utilisant des câbles chauffants devront être munis d'isolant sec protégé des intempéries par une barrière hydrofuge.

4.4.1 Pour l'évaluation de perte de chaleur des tuyaux on utilisera le tableau de la page suivante : épaisseur d'isolation en fonction de la température à maintenir.

4.4.2. Le type d'isolant à utiliser sera déterminé par la température d'exposition maximale (température interne maximale du tuyau).

Calcium de silicate

Fibre de verre

Uréthanne giclé

Laine minérale

Perlite expansée

Uréthane rigide

4.4.1. : Isolation des tuyaux
Épaisseur d'isolation (pouce)

Diamètre (pouce)	40 à 100°F	101 à 200°F	>200°F
1/2	1	1	1
3/4	1	1	1
1	1	1	1
2	1	1	2
3	1	2	2
4	2	2	2
6	2	2	3
8	3	3	3
10	3	3	3
12	3	3	4
16	3	3	4
18	3	3	4
20	3	4	4
24	3	4	4

4.4.1. : Isolation des tuyaux
Épaisseur d'isolation (millimètre)

Diamètre (mm)	4 à 37,7°C	38 à 93°C	>93°C
12,5	25	25	25
18	25	25	25
25	25	25	25
50	25	25	50
75	25	50	50
100	50	50	50
150	50	50	75
200	75	75	75
250	75	75	75
300	75	75	100
400	75	75	100
450	75	75	100
500	75	100	100
600	75	100	100

5.0 SÉLECTION DE CÂBLES CHAUFFANTS

5.1 Température basse - protection contre le gel

Température maximale à maintenir : 150°F (65,5°C).

Température maximale d'exposition : 185°F (86°C).

5.5.1 Le câble chauffant devra être de type parallèle, autorégulant, pouvant être coupé à la longueur requise sans provoquer de zone inerte.

5.1.2 L'élément chauffant devra être une âme semi-conductrice réticulée par radiation, refoulée sur deux fils conducteurs parallèles toronés de calibre 16. La puissance de sortie du câble s'ajustera ponctuellement aux variations de température du tuyau de manière à réduire sa puissance lorsque la température augmente et vice-versa.

5.1.3 L'alimentation du câble chauffant devra être de _____ volts sans l'utilisation de transformateurs spéciaux. (110, 120, 208, 220, 240, 277)

5.1.4 Le câble chauffant doit avoir une température de contact maximale de 212°F (100°C), ou une température inférieure à l'évaluation T5 du National Electrical Code.

5.1.5 Afin de prévenir une infiltration d'humidité et une altération du câble chauffant et une première gaine en thermoplastique doit être refoulée et liée à l'âme et une seconde, refoulée sur la première, protégera la capacité diélectrique du câble.

5.1.6 Afin d'établir un retour à la terre dans les endroits dangereux, ainsi que dans tout autre endroit même si un retour à la terre n'est pas requis, une gaine de cuivre étamé tressée devra recouvrir le câble.

5.1.7 Lors de l'installation de câbles chauffants en milieu corrosif, une gaine en fluopolymère continue refoulée sur le câble est requise par mesure de protection supplémentaire.

5.1.8 Le câble chauffant devra être conçu, fabriqué et testé pour une durée de vie évaluée à 20 ans, selon les techniques de vieillissement accéléré prescrites dans l'IEEE, normes #1.98 & 99, et dans l'UL norme 746B. L'évaluation devra tenir compte de la courbe d'Ahrennius, illustrant la durée de vie projetée.

5.1.9 Le câble chauffant devra être garanti, à partir de sa date de fabrication, pour une période de 10 ans contre tout défaut de fabrication.

5.2 Température moyenne - système de nettoyage à vapeur

Température maximale à maintenir : 250°F (121°C)

Température maximale d'exposition : 428°F (220°C)

5.2.1 Le câble chauffant devra être de type parallèle, autorégulant, pouvant être coupé à la longueur requise sans provoquer de zone inerte.

5.2.2 L'élément chauffant devra être une âme semi-conductrice réticulée par radiation, refoulée sur deux fils conducteurs parallèles toronés de calibre 16. La puissance de sortie du câble s'ajustera ponctuellement aux variations de température du tuyau de manière à réduire sa puissance lorsque la température augmente et vice-versa.

5.2.3 L'alimentation du câble chauffant devra être de _____ volts sans l'utilisation de transformateurs spéciaux. (110, 120, 208, 220, 240, 277)

5.2.4 Le câble chauffant devra avoir une température de contact maximale de 446°F (230°C), ou une température inférieure à l'évaluation T2C du National Electrical Code.

5.2.5 Afin de pourvoir une protection diélectrique et contrer l'humidité, une gaine de fluopolymère devra être refoulée sur l'âme du câble selon des tolérances strictes de fabrication.

5.2.6 Pour établir un retour à la terre dans les endroits dangereux, ainsi que dans toute autre endroit même si un retour à la terre n'est pas requis, une gaine de cuivre étamé tressée devra recouvrir le câble.

5.2.7 Lors d'installation de câbles chauffants en milieu corrosif, une gaine en fluopolymère continue refoulée sur le câble est requise par mesure de protection supplémentaire.

5.2.8 Le câble chauffant devra être conçu, fabriqué et testé pour une durée de vie évaluée à 40 ans, selon les techniques de vieillissement accéléré prescrites dans l'IEEE, normes #1,98 & 99, et dans l'UL norme 746B. L'évaluation devra tenir compte de la courbe de Ahrennius, illustrant la durée de vie projetée.

5.2.9 Le câble chauffant devra être garanti, à partir de sa date de fabrication, pour une période de 10 ans contre tout défaut de fabrication.

5.3 Température élevée - température d'exposition élevée

Température maximale à maintenir : 700°F (371°C)

Température maximale d'exposition : 1200°F (649°C)

5.3.1 Le câble chauffant, de type résistances en série, à isolation minérale devra être constitué de deux sections : une section chauffante reliée à une seconde, dite froide, reliant le câble à une boîte de jonction ou un thermostat.

5.3.2 La section chauffante devra être constituée de deux conducteurs d'alliage à haute performance, isolés par de l'oxyde de magnésium compressé et recouverte d'une gaine d'Incoloy 825 recuite.

5.3.3 L'alimentation du câble chauffant devra être de _____ volts sans l'utilisation de transformateur. (110, 120, 208, 220, 240, 277, 300, 440, 480, 600)

5.3.4 La section dite «froide» devra être constituée de conducteurs en cuivre et d'un encoffrage identique à celui de la section chauffante et ayant une capacité conforme aux normes du code canadien de l'électricité.

5.3.5 L'assemblage des deux sections du câble, chauffante et froide, s'obtient par l'aboutement et la soudure à l'argent de leurs conducteurs. Par la suite, une chemise de métal doit être soudée par-dessus les deux sections puis une attelle (petite pièce de métal) devra être fixée mécaniquement par-dessus la chemise métallique au niveau du joint des deux sections, afin de le protéger. L'extrémité de la section chauffante sera obturée par la soudure à l'argent d'un embout scellant sur la chemise métallique. La terminaison électrique de la section froide est constituée de conducteurs toronnés de type SIS ou THW ajoutés et soudés à l'argent aux conducteurs en cuivre de la section froide. Enfin, un embout métallique soudé à l'argent viendra sceller la section froide.

5.3.6 Préalablement à leur livraison, tous les câbles devront être testés. Les tests suivants devront être exécutés après que chaque câble ait été préalablement immergé dans l'eau pendant une heure :

- Test potentiel élevé (Hight pot) : à 60 Hertz pendant une minute entre les conducteurs et la gaine extérieure;
- Test d'isolation - 500 Volt DC;
- Test de la résistance de l'élément chauffant, afin de vérifier que la résistance de l'élément se retrouve dans une marge de 10% de la valeur spécifiée.

5.3.7 Une plaque signalétique en acier inoxydable, fournissant les identifications requises, devra être fixée à chaque câble.

5.3.8 Le câble chauffant devra être garanti, à partir de sa date de fabrication, pour une période de 10 ans contre tout défaut de fabrication.

5.4 Panneaux chauffants pour réservoir

Température maximale maintenue : 175°F (79°C)

Température maximale d'exposition : 500°F (260°C)

Le traçage électrique de réservoirs isolés devra être fait par des panneaux chauffants flexibles, isolés à base de silicone, approuvés pour les réservoirs métalliques.

5.4.1 Le panneau chauffant devra avoir la capacité de maintenir une température de 175°F (79°C) et de supporter une température d'exposition de 500°F (260°C).

5.4.2 Une feuille métallique continue est incorporée au panneau chauffant afin de permettre son utilisation dans les endroits dangereux.

5.4.3 L'utilisation de colle pour transfert de chaleur est prohibée.

6.0 CONTRÔLE THERMIQUE

Les circuits de contrôle du traçage électrique devront être conformes aux normes suivantes :

6.1 Protection contre le gel

Les circuits de protection contre le gel avec température d'exposition maximale de 150°F (65,5°C), devront être contrôlés par un thermostat ambiant et par des contacteurs de calibre adéquats à chaque panneau de distribution. Les circuits seront mis sous tension dès que la température ambiante chutera à 40°F (4°C).

6.2 Maintien de la température

Les circuits de contrôle des câbles chauffants utilisés pour des tuyaux et des réservoirs qu'il faut maintenir à une température supérieure à 40°F (4°C) et/ou exposés à une température supérieure à 150°F (65,5°C) devront être régis individuellement.

6.2.1 Le contrôle de la température sera obtenue mécaniquement par un thermostat à bulbe et capillaire, approuvé pour le classement de la zone d'installation. Chaque circuit de câble chauffant devra être mis sous tension dès que la température du tuyau ou du réservoir descend sous la température à maintenir. Les thermostats utilisés devront avoir la capacité de commutation électrique selon les recommandations établies par le fabricant des câbles chauffants.

6.2.2 La surveillance des circuits de traçage électrique critique devra être accomplie à l'aide d'un système électronique permettant : le contrôle de température de chaque circuit, la surveillance des températures et des fonctions de surveillances et d'alarmes. Le système de contrôle devra comporter les particularités suivantes :

- L'appareil de contrôle devra avoir une capacité de 40 canaux.
- Les détecteurs devront être soit des thermocouples de type J ou des RTD de 100 Ohms.
- Le système de contrôle devra être approuvé pour l'environnement de catégorie Division 2.
- Pour chaque circuit, les fonctions programmables suivantes seront disponibles :
 - La température de consigne
 - Alarme de haute température
 - Alarme de basse température
 - Circuit de contournement manuel
 - Largeur de bande morte
 - Mise hors service sécuritaire (failsafe)
 - Canal actif
 - Programmation en bloc
- L'appareil de contrôle affichera, au choix de l'utilisateur, la température du conduit en degré Celsius (°C) ou Fahrenheit (°F) pour chaque canal. L'afficheur montrera : le numéro du programme en cours, l'état d'alarme, le numéro du canal, et l'état de mise en marche (on/off).
- L'appareil de contrôle devra offrir à l'utilisateur cinq fichiers de points de consigne programmables. Chaque fichier devra être indépendant des autres et inclure les points de consigne de chaque canal.
- Même s'il est relié à une unité centrale, la gestion de chaque appareil de contrôle devra demeurer indépendante. L'appareil de contrôle devra pouvoir être intégré à un système de réseau comportant jusqu'à 32 appareils de contrôle.
- L'accessibilité à l'information de chaque appareil de contrôle sera régie par deux niveaux d'accès. Le premier niveau permettra l'accès aux points de consigne de température de chaque point et le second niveau de sécurité permettra l'accès au mode de fonctionnement et de programmation.
- L'appareil de contrôle sera muni des alarmes suivantes :
 - Alarme de haute température
 - Alarme de basse température
 - Défaillance de détecteur
 - Panne de communication (défectuosité de la mémoire)
 - Panne de courant
 - Acquiescement d'alarme
 - Programmation du délai d'alarme

7.0 SURVEILLANCE DE RÉSEAU

Chaque circuit de traçage électrique devra avoir un circuit de surveillance indépendant pour :

- La continuité électrique
- La tension (85 à 300VAC)
- Le courant (50mA à 30A)

7.1 Chaque panneau de surveillance devra avoir une capacité de 24 circuits, avec un minimum de 4. Des circuits additionnels devront être installés par module de 4 circuits jusqu'à concurrence de 6 modules, 4 cartes de surveillance de circuits sont installés pour une capacité de 24 circuits.

7.2 Le système de surveillance devra être compatible à tout genre de câble (en série ou en parallèle) quel qu'en soit le fabricant.

7.3 Le système de surveillance devra être compatible aux câbles chauffants standards de un ou deux conducteurs. Aucun conducteur de surveillance ne sera requis. Par conséquent, le système de surveillance pourra être installé sur n'importe quelle installation existante sans avoir à changer de câble chauffant.

7.4 Le système de surveillance devra être pourvu des points d'alarme suivants :

- 7.4.1 Perte de continuité
- 7.4.2 Perte de tension du circuit
- 7.4.3 Baisse de courant de l'élément chauffant
- 7.4.4 Acquiescement d'alarme
- 7.4.5 Programmation du délai des alarmes
- 7.4.6 Programmation de la vitesse de balayage des canaux
- 7.4.7 Remise en fonction automatique

7.5 Le système de surveillance devra être approuvé pour l'installation dans les endroits dangereux de catégorie Division 2. Le système devra être imperméable à son environnement électrique et électronique, de manière à ne pas en être affecté, ni être agent perturbateur.

8.0 INSTALLATION

L'installation des câbles et la conception électrique devront être conformes aux spécifications et recommandations du fabricant.

8.1 Toutes les composantes électriques du tracé, embranchements, câbles épissés, tees, et embout scellant devront provenir du fabricant de câbles chauffants, et être soumis aux normes appropriées au lieu d'installation selon soit le Factory Mutual, le Underwriter's Laboratories ou le CSA.

8.2 Les câbles autorégulants seront fixés au tuyau, à intervalle d'un pied (30cm) avec du ruban adhésif de fibre de verre.

8.3 Les câbles chauffants à isolation minérale seront fixés au tuyau, à intervalle d'un pied (30 cm) avec des attaches en acier inoxydable.

8.4 Les panneaux chauffants seront fixés à la paroi du réservoir avec du ruban adhésif en aluminium.

8.5 L'utilisation de ciment conducteur de quelque type que ce soit, pour le transfert de chaleur, est prohibée.

8.6 Des panneaux de mise en garde devront être fixés à chaque 10 pieds (3 m) le long du conduit ou du pourtour du réservoir.