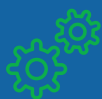


Essai de vieillessement : systèmes de continuité pour épissures intégrées ou non intégrées de câbles blindés.

Résumé



Afin de maximiser le rendement à long terme des épissures, il faut comprendre l'incidence des conditions sur le terrain avant de choisir une application, y compris le connecteur de continuité du blindage.

Il n'existe actuellement aucune comparaison technique entre un connecteur de blindage serti et non serti. Les mettre à l'essai en laboratoire dans des conditions sur le terrain standards ne nous donne pas une idée complète de la réalité afin d'évaluer la fiabilité d'une épissure électrique et de son connecteur de blindage. En fait, nos essais démontrent que vous devez tenir compte de l'environnement avant de choisir votre solution d'épissure.

Table des matières

Introduction	page 4 et 5
Matériaux et méthodes	pages 5 à 7
Configuration de l'essai.....	page 6
Procédure de l'essai.....	page 7
Méthodologie de l'étude.....	page 7
Résultats	pages 7 à 9
Tableau 1 : Essai de vieillissement accéléré.....	page 9
Discussion	page 10
Conclusion	page 11
Références	page 12



Introduction

Traditionnellement, le secteur des services publics a reconstruit la continuité du blindage des câbles à neutre concentrique gainé en regroupant les fils à neutre concentrique et en les sertissant avec un ou deux connecteurs.

Dans certaines applications spéciales, telles que les câbles sous-marins blindés en fils d'acier, chaque fil à neutre concentrique est raccordé avec un connecteur au fil à neutre concentrique de l'autre câble. De nos jours, la plupart des solutions d'épissure proposées par les fabricants comprend le rengainage pour la protection mécanique et environnementale. Ce type de connecteur regroupé et serti est utilisé depuis des décennies par les services publics et les clients industriels qui en obtiennent de très bons résultats.

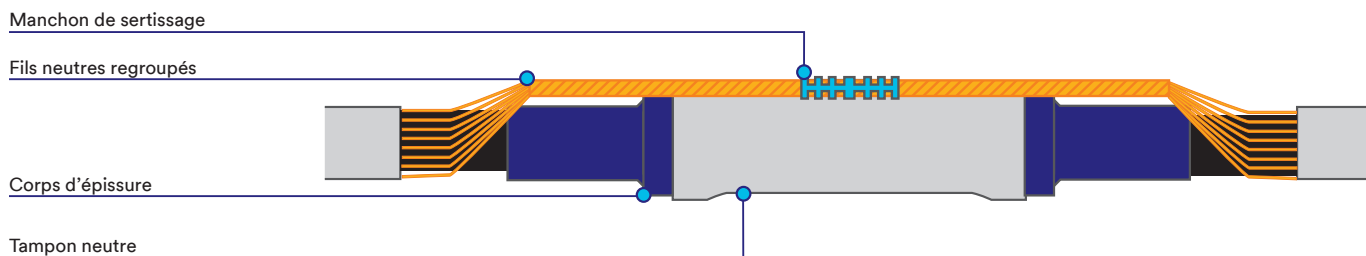


Figure 1 : Demontre les fils regroupés et sertis sur un corps d'épissure.

De nos jours, les câbles à neutre concentrique gainés sont le plus souvent utilisés, mais dans le passé, des câbles à neutre concentrique non gainés étaient également utilisés. Du point de vue de la continuité du blindage, les fils neutres sertis et regroupés ont démontré un bon rendement sur le terrain, même avec des câbles non gainés exposés à l'environnement. Le connecteur de blindage serti était et est toujours utilisé dans divers environnements (p. ex., l'eau, le sel, les différentes substances de dégivrage, etc.) avec des câbles de distribution gainés et non gainés.

Dépôts de sel importants



Différentes substances de dégivrage



Eau accumulée dans les chambres des câbles



Cependant, l'industrie des services publics a récemment commencé à utiliser des joints intégrés¹. La conception du joint intégré nécessite de couper les câbles à neutre concentrique et de fixer le manchon de blindage (qui assure la continuité électrique) à l'aide de ressorts à force constante aux câbles à neutre concentrique, des deux côtés de l'épissure. Des fabricants, comme 3M, ont mis cet assemblage à l'essai en laboratoire et ont obtenu de très bons résultats. Par exemple, un essai en laboratoire réalisé par 3M (voir **tableau 1**) montre qu'après 550 cycles de courant (trois heures en « marche », trois heures en « arrêt ») à un courant d'environ 250 A, les connecteurs sont restés stables et les températures des ressorts à force constante sont restées dans la plage de 31 à 34 °C (températures de la gaine consignées dans la plage de 29 à 30 °C)².

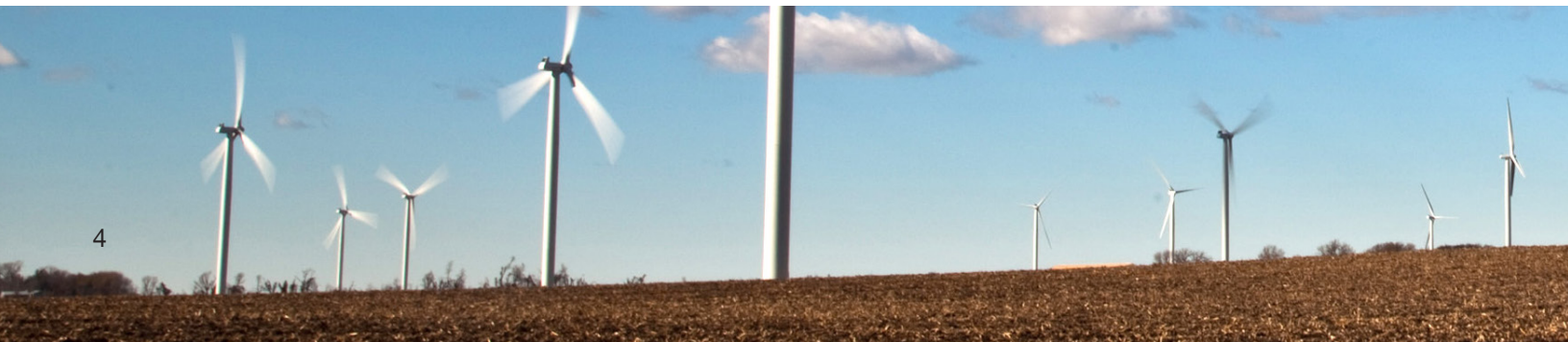
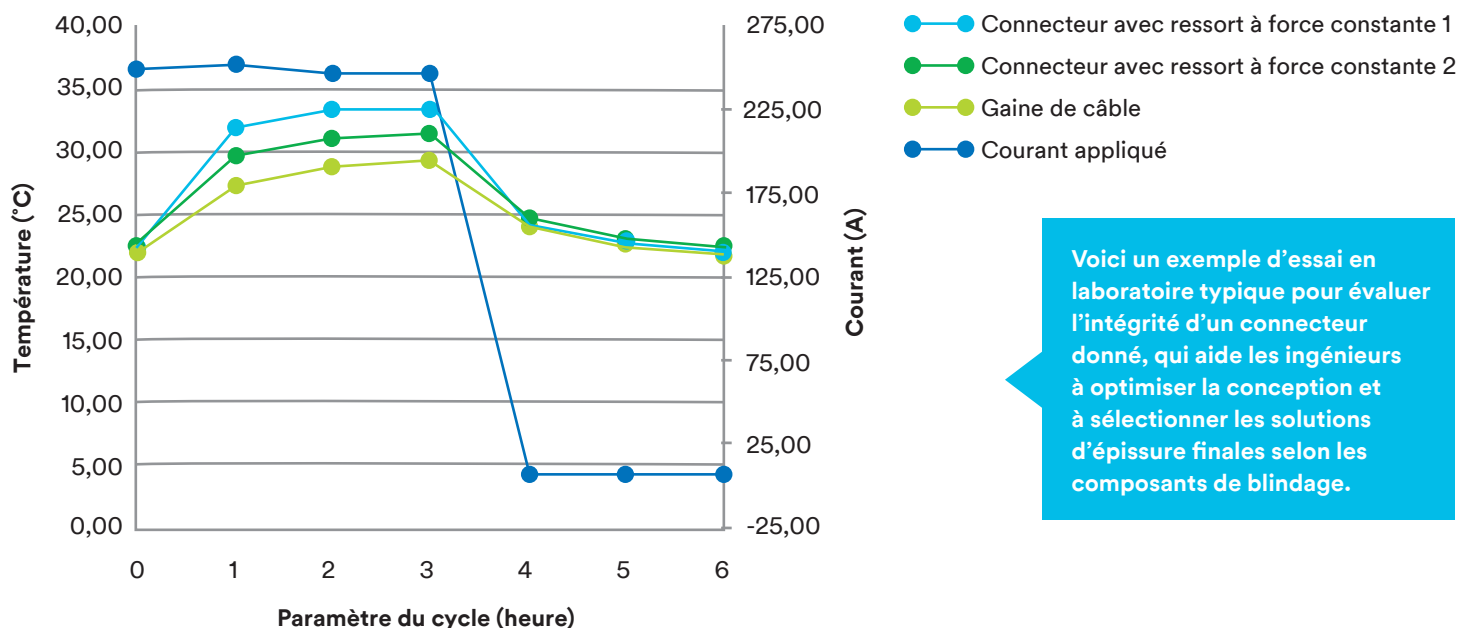


Tableau 1

Résultats des l'essai en laboratoire



Voici un exemple d'essai en laboratoire typique pour évaluer l'intégrité d'un connecteur donné, qui aide les ingénieurs à optimiser la conception et à sélectionner les solutions d'épissure finales selon les composants de blindage.

Une fois l'épissure installée sur le terrain, elle peut être soumise à des conditions opérationnelles inhabituelles et/ou des environnements difficiles, dont certains sont hors du contrôle des installateurs, des propriétaires exploitants et des fabricants d'épissures. Ces divergences dans l'installation peuvent affecter le rendement à long terme et la durée utile d'une épissure installée. Des exemples de tels éléments comprennent l'eau corrosive, des courants supérieurs ou inférieurs qui circulent à travers le système de blindage, les transitoires du système, les écarts par rapport aux directives d'installation recommandées, etc.

En conséquence, un essai en laboratoire a été conçu pour évaluer certaines des conditions inhabituelles pouvant survenir dans certains environnements, tels que les chambres de raccordement souterraines et les voûtes, les parcs éoliens ou d'autres sites industriels.

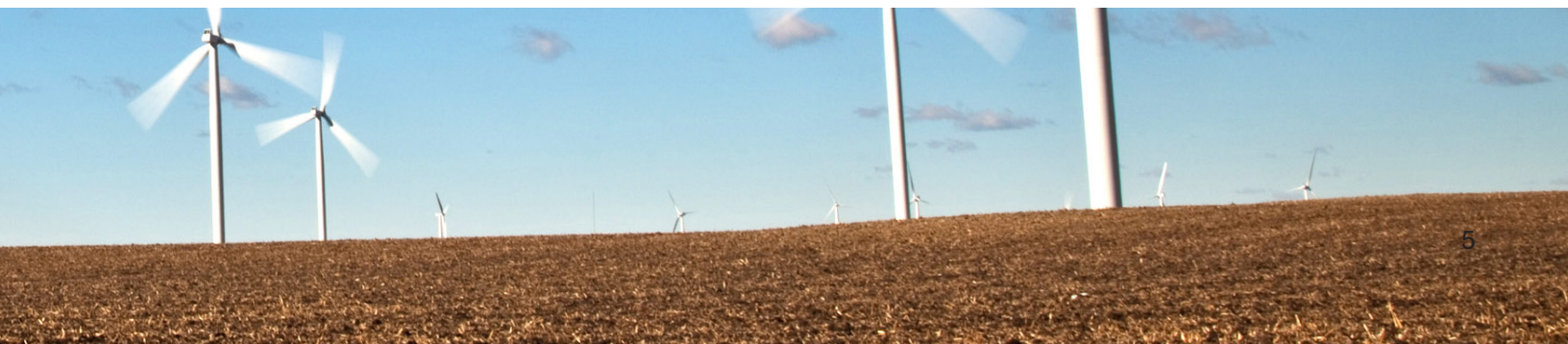
Le but de cet essai de comparaison technique est de fournir la recherche au lecteur qui lui permet de répondre à la question suivante : **quelle épissure convient le mieux à mes conditions sur le terrain?**

Matériaux et méthodes utilisés

Un essai a été effectué dans un environnement de laboratoire contrôlé pour déterminer la méthode d'épissure – connecteur intégré ou connecteur de sertissage traditionnel – la plus efficace lorsque l'épissure est exposée à des conditions non standards.

L'efficacité a été déterminée en utilisant deux mesures : la vitesse de dégradation et la température.

La comparaison : Un connecteur de blindage qui utilise des ressorts à force constante avec ruban ou sans ruban fixés à un manchon de blindage qui chevauche les fils à neutre concentrique par rapport à un connecteur qui utilise la méthode du connecteur serti traditionnel raccordant les fils à neutre concentrique à blindage.



Configuration de l'essai

Configuration de la boucle

- 1 ensemble manchon de blindage avec ressorts à force constante, recouvert de ruban isolant en vinyle* (voir **figure 2**)
- 1 ensemble manchon de blindage avec ressorts à force constante, non recouvert de ruban isolant en vinyle* (voir **figure 3**)
- 1 connecteur serti raccordant les fils à neutre concentrique. Le connecteur utilisé est un connecteur en cuivre 10006 2/0 (voir **figure 4**) (p.ex., connecteur serti traditionnel)



Figure 2 : Ensemble manchon de blindage avec ressorts à force constante, recouvert de ruban isolant en vinyle*



Figure 3 : Ensemble manchon de blindage avec ressorts à force constante, non recouvert de ruban isolant en vinyle*



Figure 4 : Connecteur serti raccordant les fils à neutre concentrique. Le connecteur utilisé est un connecteur en aluminium 10006 2/0.

Remarque : Le manchon de blindage a été raccordé aux fils à neutre concentrique d'un câble à neutre concentrique en aluminium 4/0, 35 kV, 20x12 AWG au moyen de deux ressorts à force constante (illustré aux figures 2 et 3). Cette procédure de connecteur de blindage est conforme aux directives d'installation de l'Épissure intégrée QS4 rétractable à froid 3M^{MC} illustrée à la **figure 5**.

*Deux couches de Ruban isolant de blindage 24 Scotch® se chevauchant à moitié ont été appliqués sur le câble semi-conducteur, les fils à neutre concentrique ont ensuite été déposés par dessus et les extrémités ont été enroulées avec du ruban en aluminium pour les garder en place.

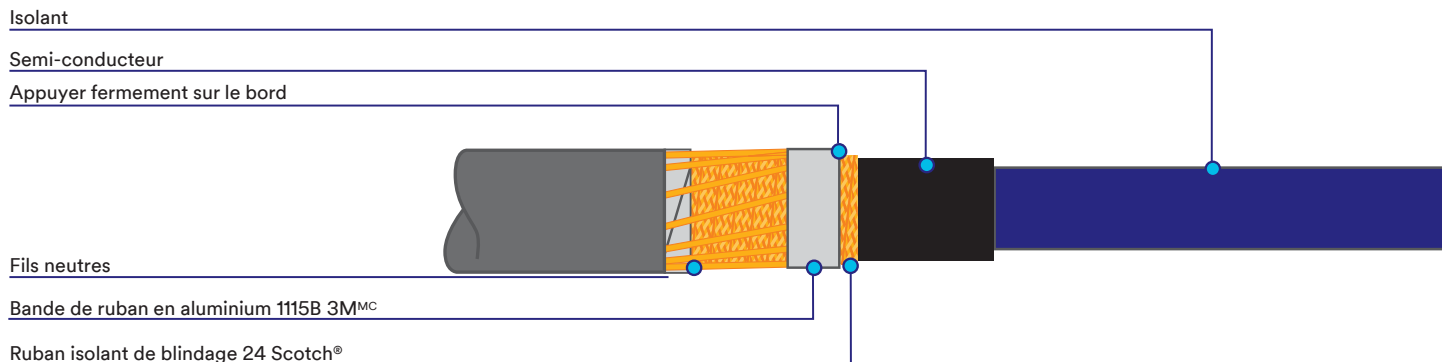


Figure 5 : Épissure intégrée QS4 rétractable à froid 3M^{MC}

Méthode d'essai

Environ 200 A ont circulé dans les fils à neutre concentrique de la boucle d'essai, qui a fonctionné sur un cycle de courant de trois heures en mode « marche » et un cycle de courant de trois heures en mode « arrêt ». Au début de chacun des deux cycles de courant pendant une journée de travail de huit heures, une solution d'eau salée avec une concentration de 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a été pulvérisée sur les connecteurs (ressorts à force constante avec ruban en vinyle, ressorts à force constante sans ruban en vinyle et connecteur serti).



Méthodologie de l'étude

La raison pour laquelle les connecteurs avec ruban en vinyle ont été comparés aux connecteurs sans ruban en vinyle était pour comprendre la différence de rendement que produirait l'enrubannage du ressort à force constante. L'omission du ruban ou l'utilisation d'une mauvaise technique d'application de ruban (p. ex., le ruban n'est pas bien étiré ou le ruban est appliqué sur le manchon de blindage au lieu des ressorts à force constante, ou seulement une couche de ruban est appliquée au lieu de deux) sont des erreurs fréquentes sur le terrain.

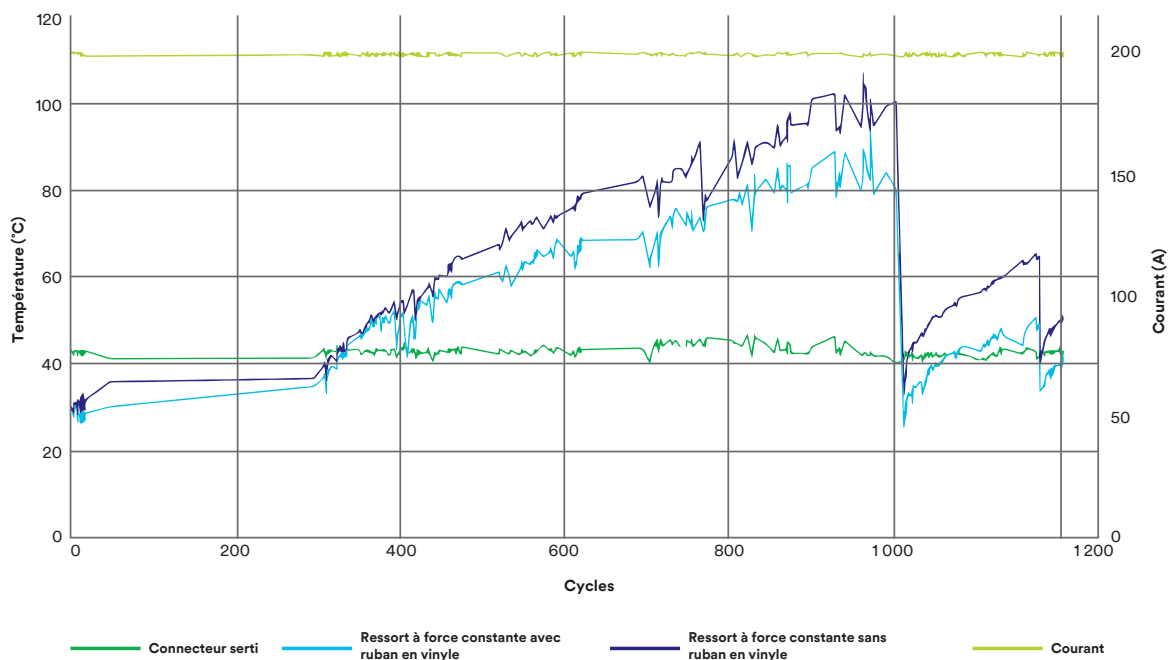
Le fonctionnement à une intensité efficace de 200 A dans la boucle avait pour but de vieillir les connecteurs plus rapidement, par opposition aux essais effectués avec des courants admissibles plus faibles nécessitant plus de cycles. L'application de la solution d'eau salée visait à simuler les conditions de corrosion sur le terrain et de vieillir/dégrader les connecteurs plus rapidement.

Résultats

Les résultats de l'essai (voir **tableau 2**) montrent que le connecteur à neutre concentrique serti est stable au fil du temps, tandis que les connecteurs avec ressort à force constante avec ruban et sans ruban fixés au manchon de blindage ont tendance à se dégrader plus rapidement selon les mesures effectuées avec les hausses de température durant la durée des cycles.

Le tableau ci-dessous montre les résultats pour 1 013 cycles effectués du 20-07-2017 au 03-04-2018 avec 194 cycles supplémentaires pour un total de 1 207 cycles le 22-05-2018, avec la configuration et la méthode d'essai décrites ci-dessus.

Tableau 2 Cycles de charge du blindage des câbles à neutre concentrique gainé





Résultats (suite)

1,0 

Comme il est possible de le voir dans le **tableau 2**, le connecteur serti est stable et fonctionne à des températures au-dessous de 47,2 °C (les mesures de température se situent entre 41,03 °C à 47,16 °C) pour 1 207 cycles, bien au-dessous des connexions avec ruban en vinyle et sans ruban en vinyle, au cours du même nombre de cycles.

2,0 

Les connexions avec ruban en vinyle ont atteint une température moyenne de 80,61 °C et les connexions sans ruban en vinyle ont atteint une température dépassant 100 °C après 1 013 cycles.

3,0 

Les connexions avec et sans ruban en vinyle ont tendance à se dégrader plus rapidement comparativement au connecteur serti, mais les connexions avec ruban en vinyle ont un meilleur rendement (vitesse de dégradation plus lente) comparativement aux connexions sans ruban en vinyle. Cette situation s'explique par le fait que d'appliquer du ruban en vinyle ajoute de la pression aux ressorts à force constante et il devient plus difficile pour la solution d'eau salée d'atteindre la connexion avec ressort à force constante/manchon de blindage ou pour les connexions à ressort de se desserrer durant le cycle de chauffage, ou les deux.

4,0 

Nous avons effectué 194 cycles supplémentaires après les 1 013 premiers cycles pour savoir si la même tendance se confirme (augmentation de la température des connexions avec ressort à force constante par rapport aux connexions serties stables) si nous resserrons les ressorts à force constante après les avoir desserrés durant l'essai de 1 013 cycles. Comme il est possible de le voir dans le **tableau 2**, les connexions avec ressort à force constante avec ruban et sans ruban présentent une augmentation de température similaire du cycle 1 014 au cycle 1 207. La température des connexions avec ressort à force constante sans ruban a atteint une température de 51,16 °C à la fin du cycle 1 207 (33,06 °C au début du cycle 1 014) et la température des connexions avec ruban était de 41,38 °C à la fin du cycle 1 207 (25,57 °C au début du cycle 1 014).

Le tableau 1 récapitule les mesures de température :

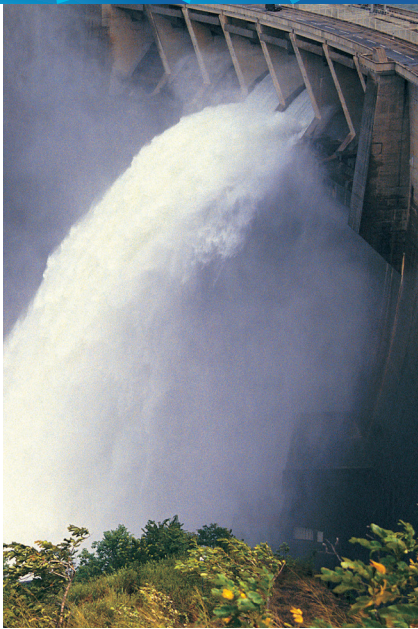
Numéro du cycle	Température moyenne des connexions avec ruban	Température moyenne des connexions sans ruban	Température moyenne du connecteur serti
Fin du cycle 1 013	80,61 °C	100,74 °C	40,29 °C
Cycle 1 014/fin du cycle 1 207	25,57/41,38 °C	33,06/51,16 °C	40,29/43,2 °C
Plage de températures moyennes (lectures du MIN. au MAX.) sur 1 207 cycles	27,81 à 90,11 °C	28,87 à 104,86 °C	40,29 à 47,16 °C

Tableau 1 : Mesures de température pour l’essai de vieillissement accéléré sur les fils à neutre concentrique avec manchon de blindage et ressorts à force constante.



Étant donné qu’aucun signe visible de corrosion n’a été observé lors de l’examen visuel après le cycle 1 013, il est difficile de comprendre l’effet de la pulvérisation de solution d’eau salée appliquée au début de chaque cycle de courant « en marche » et son effet sur la dégradation des connexions avec ressort à force constante. Il est possible que le sel et l’eau aient provoqué une certaine dégradation du contact, mais pas au point que la corrosion devienne visible.

Remarque : l’installation du manchon de blindage, des ressorts à force constante et du ruban en vinyle a été effectuée par du personnel de laboratoire qualifié conformément aux directives d’installation de l’Épissure intégrée QS4 rétractable à froid 3M[®]. La portée de l’essai (outre les connexions avec ou sans ruban en vinyle) n’était pas pour évaluer une combinaison des divergences de l’installation (p. ex., des ressorts à force constante non serrés adéquatement; un ou plusieurs ressorts manquants; des ressorts à force constante avec ruban, d’autres sans ruban; la présence de ruban en vinyle entre les manchons de blindage et des ressorts empêchant une bonne connexion, etc.), mais pour comprendre la vitesse de dégradation dans un environnement quelque peu corrosif.



Discussion

Que ce soit le corps d'épissure, le matériau ou l'installation, l'utilisateur final devrait considérer avec soin tous les avantages et désavantages des épissures intégrées par rapport aux épissures non intégrées¹ et les conditions d'utilisation spécifiques du système électrique dont elles font partie.

La conception du système de mise à la terre (p. ex., type, permutation, courants de circulation potentiels, etc.) peut également avoir une incidence sur la longévité du système de blindage de l'épissure et du câble.

Conclusion

L'utilisateur final doit évaluer et comprendre non seulement les différences dans les étapes de l'installation des épissures intégrées et non intégrées, mais doit également essayer de déterminer les facteurs environnementaux qui pourraient avoir un effet sur le rendement à long terme de l'ensemble câble / épissure.

Ce type d'essai de vieillissement démontre que les connecteurs à neutre concentrique sertis habituellement utilisés avec les épissures non intégrées sont plus stables par rapport aux connecteurs avec ressort à force constante / manchon de blindage utilisés avec les épissures intégrées dans les conditions d'essai décrites.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur les produits et solutions électriques de 3M, veuillez nous écrire à l'adresse : **3Menergysolutions@mmm.com**.





Références

¹ Document de présentation technique. « How do you take your splice? Integrated or not? », mai 2015.

² Rapport sur l'essai. « Cold shrink integrated splice kits, metallic shield restoration sock continuous current evaluation », TRQSIII-IJ_MS-CC, février 2009.

Avis important

Les renseignements techniques, les lignes directrices et les autres énoncés fournis aux présentes, ou par l'entremise d'autres indications de 3M, sont basés sur des dossiers, des essais et des expériences que 3M juge dignes de confiance, mais dont l'exactitude, l'exhaustivité et la pertinence ne sont pas garanties. Ces renseignements sont destinés à des personnes qui possèdent les connaissances et les compétences techniques requises pour les évaluer et exercer un jugement éclairé à leur égard. Aucune licence d'utilisation de droits de propriété intellectuelle de 3M ou d'un tiers n'est consentie ou implicite en vertu de ces renseignements.



**Marchés des produits
électriques de 3M**
3M Canada

C.P. 5757
London (Ontario) N5V 4M9
1 800 364-3577
3M.ca/Électrique

3M et 3M Science. Au service de la Vie. et Scotch sont des marques de commerce de 3M, utilisées sous licence au Canada. © 2018, 3M. Tous droits réservés. 1807-12376 F