

Comment garantir un raccordement électrique sécurisé et durable pour votre installation électrique

par Emir Boumediene et Daniel Vanzetto

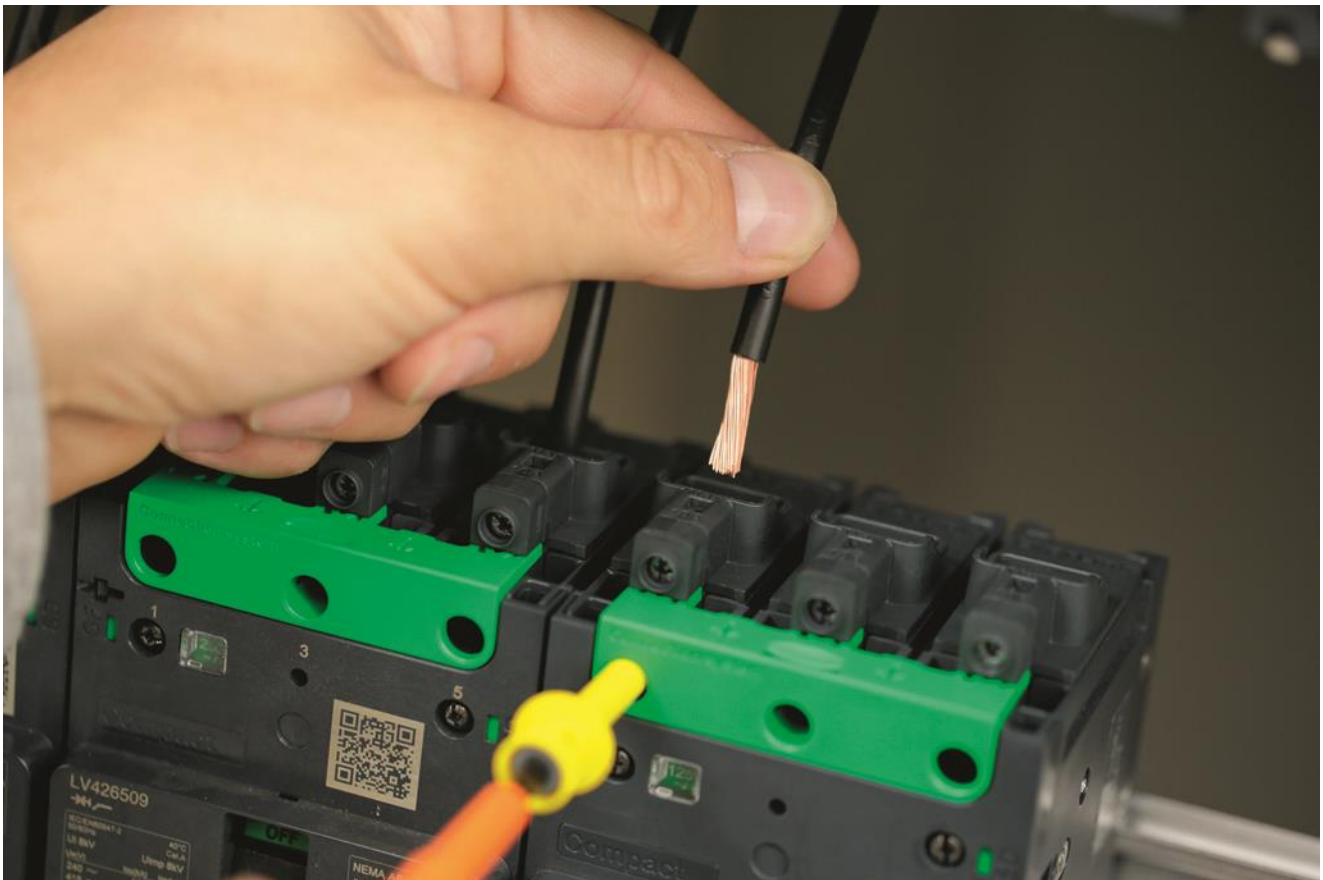
Date : février 2018

Résumé exécutif

Ce livre blanc aborde le sujet des raccordements dans les installations électriques. Il étudie l'importance d'un raccordement fiable en termes de protection des installations électriques contre le risque de feux d'origine électrique et souligne le rôle du fluage des câbles dans la lutte contre ce risque. Enfin, ce livre blanc explique comment la technologie EverLink™ de Schneider Electric garantit un raccordement électrique fiable et durable en atténuant les effets du desserrage dus au cycle thermique ou aux vibrations.

Synthèse

1 Introduction	3
2 Informations de référence	4
2.1 Raccordements vissés	4
2.2 Raccordements sans vis	4
2.3 Contraintes de raccordement	4
3 En quoi consiste le fluage ?	5
3.1 Cause et paramètres physiques	5
3.2 Impact sur les éléments	6
4 Solution EverLink	7
4.1 Présentation	7
4.2 Principes physiques	8
4.2.1 EverLink – avec TeSys	8
4.2.2 EverLink – avec Compact NSXm et PowerPact B	8
4.3 Test de raccordement d'un disjoncteur	10
4.2 Avantages d'EverLink	11
5 Comment garantir une installation optimale	11
6 Conclusion	12



1. Introduction

Les raccordements sont le fondement de toute installation électrique. La sécurité et la fiabilité des raccordements électriques, qui constituent l'interface principale pour nos clients, sont des caractéristiques essentielles. En outre, des raccordements électriques fiables sont indispensables afin de garantir la protection des installations contre les incendies d'origine électrique qui peuvent se déclencher accidentellement. De multiples facteurs peuvent être à l'origine de raccordements défectueux. L'un d'entre eux est l'effet du fluage sur les câbles, qui entraîne une perte de pression dans les raccordements électriques.

EverLink™ de Schneider Electric est une technologie de compensation du fluage qui atténue les effets du desserrage dus au fluage. Ce livre blanc traite des effets du fluage et de la façon dont la technologie EverLink protège les clients contre les risques associés, afin de garantir un raccordement fiable et durable.



2. Informations de référence

La sécurité, la maintenance et la fiabilité étant les priorités les plus importantes en ce qui concerne les raccordements électriques, il n'est pas surprenant que l'effet de fluage représente un problème majeur pour les responsables d'installations désireux de maintenir leurs câbles d'alimentation dans des conditions optimales.

Le fluage correspond à un état dans lequel le matériau du câble commence à se déformer lorsqu'il est soumis à une contrainte. Les cycles de hautes et basses températures ont pour effet d'accroître le phénomène de fluage dans les matériaux du câble en raison de leur viscosité. Dans le pire des cas, le fluage peut être à l'origine d'incendies d'origine électrique et d'autres dommages liés à l'électricité.

Dans le domaine de la distribution électrique, les raccordements électriques sont soit vissés, soit sans vis. La principale différence entre les deux normes concerne la force exercée sur les câbles par la force de liaison. Comme nous le verrons ci-après, chacune a ses avantages et ses inconvénients qui doivent être pris en compte lors du choix des disjoncteurs.

2.1 Raccordements vissés

Dans le cas de raccordements vissés, la force de liaison est assurée à l'aide d'un élément muni d'un filetage, tel qu'une vis ou un boulon. Le principal avantage des raccordements vissés réside dans le fait qu'une force importante peut être appliquée sur les conducteurs, ce qui autorise une compacité et un étalement supérieurs des câbles, et donc une résistance de contact plus faible. Par ailleurs, les raccordements vissés offrent un dégagement suffisant pour permettre le branchement de plusieurs câbles. Cependant, les raccordements vissés peuvent être sensibles aux vibrations, qui peuvent entraîner une surchauffe et donc un fluage du câble. Cela signifie qu'il est nécessaire de resserrer régulièrement les raccordements électriques afin de minimiser le risque d'incidents potentiels.

Figure 1

Vue d'un raccordement vissé



Figure 2

Vue d'un raccordement sans vis



2.2 Raccordements sans vis

Dans le cas de raccordements sans vis, la force de liaison est assurée à l'aide d'un élément exerçant un effet de ressort, tel que des lames-ressorts ou des mâchoires élastiques. La force exercée par les raccordements sans vis est généralement inférieure à celle d'un élément fileté utilisé dans les mêmes conditions. L'un des inconvénients des raccordements sans vis est le fait qu'ils ne permettent de relier qu'un seul câble par raccordement. Le principal avantage de ce type de raccordement est la force constante exercée au fil du temps sur le câble, quel que soit le niveau de fluage associé au câble.

2.3 Contraintes de raccordement

Les raccordements électriques peuvent être soumis à une série de contraintes indésirables qui peuvent avoir une incidence négative sur leur comportement : les micro-mouvements dus aux vibrations, aux dilatations thermiques ou au phénomène de fluage tendent tous à accroître la résistance de contact, soit en raison de l'oxydation de surface au cours d'un mouvement relatif, soit en raison d'une pression de contact plus faible. Nous allons examiner le phénomène de fluage dans les pages suivantes.

3. En quoi consiste le fluage ?

3.1 Cause et paramètres physiques

Les métaux tels que le cuivre et l'aluminium, couramment utilisés dans les câbles, sont considérés comme élastoplastiques. Ils subissent toutefois des déformations permanentes et différées en étant soumis à différentes contraintes et températures dans des conditions particulières, même si la charge génère des contraintes inférieures à la limite apparente d'élasticité. Le fluage est un état dans lequel un matériau, soumis à une contrainte permanente et constante, commence à se déformer de façon permanente au cours d'une période. Les cycles de hautes et basses températures ont pour effet d'accroître le phénomène de fluage dans les matériaux du câble en raison de leur viscosité : les températures extrêmes peuvent en effet modifier la structure du matériau. En résumé, le temps, les contraintes mécaniques et la température sont autant de facteurs qui influent sur le comportement des câbles.

Pour illustrer ce point, imaginez une étagère remplie de livres. Au bout d'un certain temps, sous l'effet combiné du poids de l'étagère et du poids des livres, l'étagère ploiera, même si la charge est inférieure à la limite d'élasticité du matériau.

Figure 3

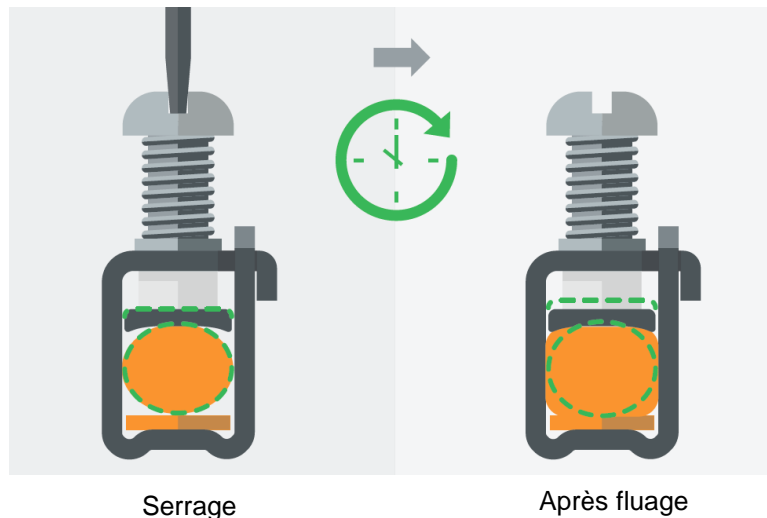
Effet du temps et de la charge sur l'étagère remplie de livres



En général, l'incidence du fluage est directement liée au diamètre du câble : plus le câble est épais, plus le fluage est important. En ce qui concerne les raccordements électriques, une légère modification de la forme du câble peut entraîner une pression de contact plus faible, ce qui est préoccupant. Par ailleurs, un autre phénomène se produit au sein des câbles électriques, en particulier dans les câbles souples : un réagencement des différents fils présents dans le câble a lieu, de telle manière qu'ils occupent tout l'espace disponible, en raison de la force qui leur est appliquée. Voir la Figure 4 illustrée ci-dessous :

Figure 4

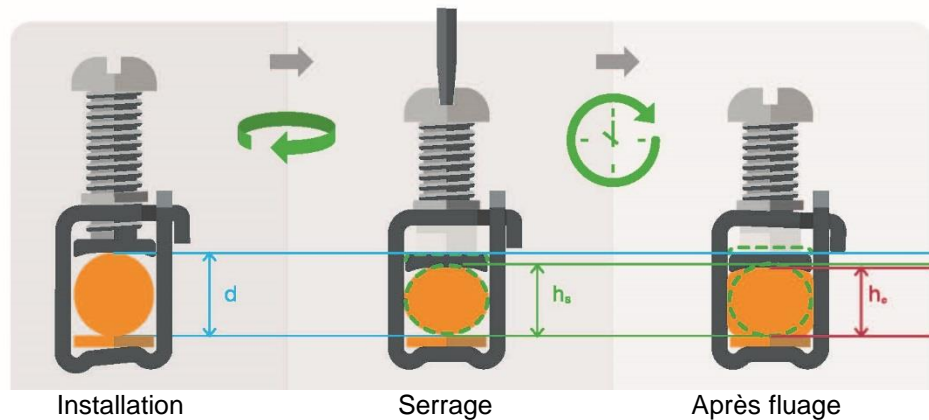
Expansion des câbles due au fluage



3.2 Impact sur les éléments

Il convient de noter que plusieurs paramètres clés doivent être pris en compte dans le cas de raccords vissés : les matériaux, la taille du câble, les vis et les bornes de raccordement. Après serrage, le couple appliqué sera converti en force et la rotation sera convertie en déplacement translationnel de la plaque à vis, résultant en une hauteur finale.

Figure 6
Effet du vissage dans un raccordement



Les diamètres des fils illustrés ci-dessus sont liés à une déformation permanente due à une déformation élastique (réversible) et à une déformation plastique ou au fluage (permanente) du câble.

Le diamètre initial est illustré ci-dessus (voir le diamètre du câble d). Après le vissage, le diamètre devient h_s en raison de la compression initiale du câble. Enfin, au fil du temps, le câble est sujet au phénomène de fluage et le diamètre final est h_c .

Les bornes de raccordement standard sont sujettes au fluage, car l'unique réserve élastique de l'assemblage est « stockée » dans la borne elle-même. Cependant, la déformation maximale à l'intérieur du câble correspond à la somme des déformations permanentes (déformations plastiques lors du serrage et déformations dues au fluage), venant s'ajouter aux déformations élastiques réversibles. Lorsque la force est réduite, cela a pour effet de diminuer uniquement les déformations élastiques au niveau du câble, de sorte que la force peut ne pas être suffisante pour garantir une pression de contact correcte.

4. Solution EverLink

4.1 Présentation

EverLink est une technologie qui permet aux clients de disposer de câbles fiables et serrés de manière durable afin de garantir un raccordement électrique sûr et fiable. La solution EverLink est mise en œuvre par l'utilisateur en resserrant la borne autour du câble et en chargeant un ressort qui compense la perte d'espace due à l'effet de fluage, comme nous l'avons vu précédemment.

Introduite en 2007 pour la gamme Schneider Electric TeSys, cette technologie brevetée est disponible en deux formats :

- Une lame-ressort est ajoutée à la borne de raccordement (pour TeSys par exemple, appliquée aux deux bornes d'un câble, autorisant une course plus longue pour l'effet de ressort).
- La borne elle-même intègre une caractéristique spéciale pour créer l'effet de ressort : ceci permet d'obtenir des bornes plus courtes offrant une compacité remarquable.

Cet effet de ressort reproduit le comportement des raccordements sans vis, qui sont compensés par l'effet fluage, tout en garantissant un niveau de pression élevé entre le câble et le raccordement du produit, et donc une résistance de contact plus faible.



4.2 Principes physiques

4.2.1 EverLink – avec TeSys

Grâce à cette technologie, l'effet de ressort est stocké dans un élément élastique qui entoure la vis et qui se déforme pendant le serrage, en passant d'une forme incurvée (Figure 7-a) à une forme droite (Figure 7-c).

Lorsque le câble commence à subir les effets du fluage, la partie élastique a tendance à revenir à sa forme initiale et fournit une pression suffisante afin d'éviter un emballement thermique ou d'autres effets d'installation dangereux.

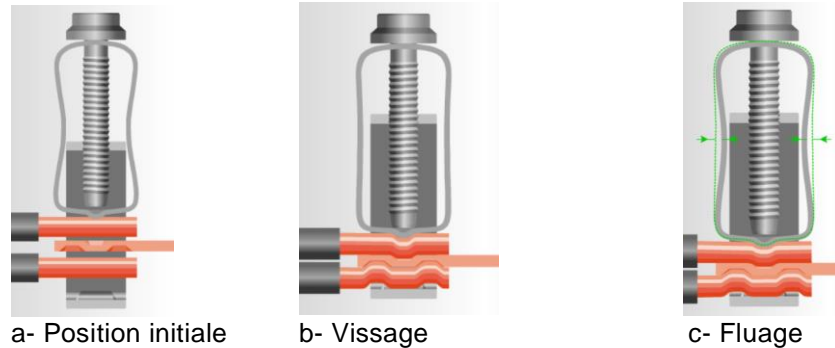


Figure 7

Principe de fonctionnement d'EverLink TeSys

La compensation de l'effet de fluage est obtenue grâce à la conception spécifique de l'effet de ressort.



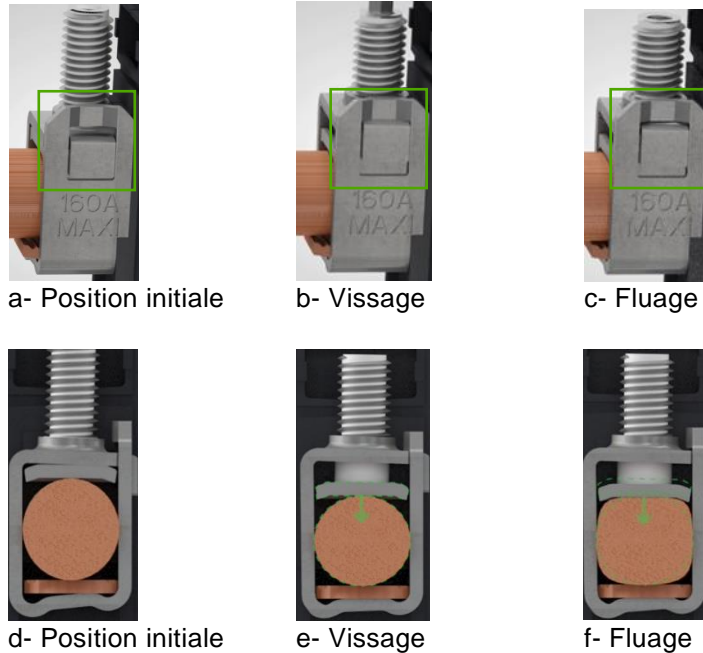
4.2.2 EverLink – avec Compact NSXm et PowerPact B

Grâce à cette technologie, la borne se comporte de façon légèrement différente. Sa forme n'est ni carrée ni rectangulaire, mais plutôt trapézoïdale. De plus, la borne présente une zone de mouvement relatif qui autorise une déformation élastique avant d'atteindre la butée. À partir de cette position, la rigidité de la borne est similaire à celle d'une borne traditionnelle.

Initialement, la borne est en position basse (Figure 8-a). Après le vissage, elle atteint la position haute (Figure 8-e) au cours du chargement de la borne (la forme passe du trapèze au carré). Une fois que l'effet de fluage commence, la borne doit revenir à sa position initiale, tout en maintenant la pression sur le câble (Figure 8-f).

Figure 8

Principe de fonctionnement d'EverLink pour PowerPact B et Compact NSXm



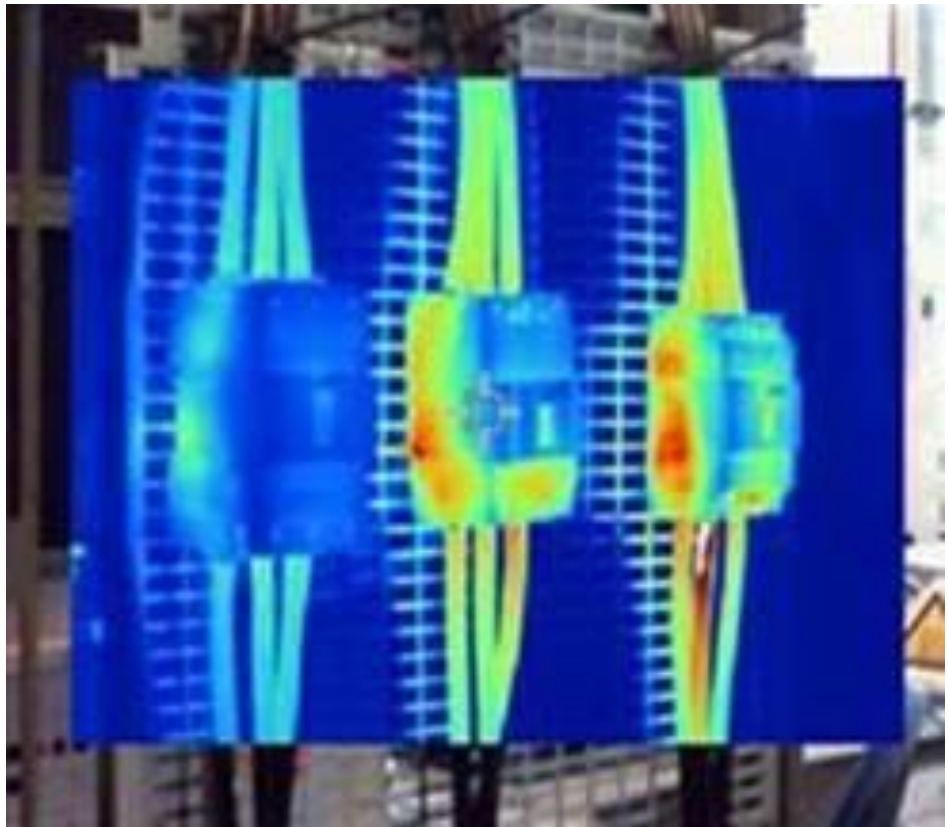
4.3 Test de raccordement d'un disjoncteur

En novembre 2017, les laboratoires d'essais de Schneider Electric ont effectué des tests complets, au cours desquels ils ont comparé trois disjoncteurs à boîtier moulé similaires (160 A) afin de mesurer les effets du dévissage du raccordement. Les disjoncteurs testés étaient le Compact NSXm de Schneider Electric, ainsi que les disjoncteurs de deux principaux concurrents.

Les essais avaient pour objectif de mesurer le niveau de chaleur généré sur la borne de chaque disjoncteur à la suite du dévissage du raccordement de chacun d'entre eux (en émulant ainsi l'effet de fluage du câble et l'effet de dévissage provoqué par les vibrations), avec des intervalles de quart de tour et jusqu'à une rotation maximale de 1,25 tour. Chacun des trois disjoncteurs a été soumis au même test dans des conditions identiques.

Figure 9

Image d'analyse thermique avec le Compact NSXm (à gauche) aux côtés de deux disjoncteurs de principaux concurrents (à droite) après avoir dévissé d'un demi-tour



Les résultats des essais ont conclu que le disjoncteur à boîtier moulé Compact NSXm de Schneider Electric surpassait les dispositifs concurrents. Durant les essais, le disjoncteur Compact NSXm a généré une quantité de chaleur inférieure à celle dégagée par les trois disjoncteurs : ce fut ainsi le seul disjoncteur qui ne s'est pas déclenché à la suite d'un tour de vis complet. Les produits des concurrents ne maintenaient plus une pression suffisante sur le fil et ils se sont donc déclenchés lorsqu'ils ont été dévissés de plus d'un demi-tour.

Une étude a été réalisée en parallèle avec le disjoncteur-moteur TeSys GV4 et deux disjoncteurs de concurrents de premier plan présentant des résultats similaires. Ces études ont ainsi démontré les performances de la technologie de raccordement électrique EverLink sur les gammes de produits Compact NSXm et TeSys.

4.4 Avantages d'EverLink

Sécurité

EverLink garantit un raccordement plus fiable en fournissant une réserve de pression de ressort sur les câbles en cas de dilatations thermiques, de fluage ou de desserrage à la suite de vibrations externes.

Cette réserve de pression maintient le raccordement dans un large éventail d'environnements opérationnels en assurant une résistance de contact plus faible, et donc un moindre accroissement de température. Cela réduit non seulement le risque d'emballement thermique, qui peut éventuellement provoquer un incendie, mais également le risque que les câbles soient retirés de leurs raccordements électriques lors d'un court-circuit.

Maintenance

Attendu que l'effet de ressort d'EverLink garantit une liaison optimale au fil du temps, les campagnes de resserrage annuelles des raccordements ne sont plus nécessaires. Les techniciens de maintenance sont ainsi libérés de cette tâche, eux qui doivent habituellement investir plus de temps dans ce type de maintenance préventive. En outre, lorsque les caméras thermiques sont utilisées conformément aux réglementations locales, les responsables des installations peuvent bénéficier de la tranquillité d'esprit nécessaire en sachant que les raccordements EverLink mettent en œuvre une technologie de compensation de l'effet de fluage.

Continuité du service

Lorsqu'un effet de fluage est présent, la chaleur excessive générée au niveau de la borne de raccordement peut dans certains cas être détectée par la protection contre les surcharges thermiques (bande bimétallique) et provoquer le déclenchement du disjoncteur. Ce déclenchement indésirable peut potentiellement arrêter un processus continu, entraînant des pertes de matières premières ou de productivité. Comme nous l'avons vu dans le test de raccordement d'un disjoncteur, les disjoncteurs sans technologie EverLink des principaux concurrents se sont déclenchés en raison de la surchauffe des bornes de raccordement. Il est fastidieux pour les techniciens de maintenance de réinitialiser manuellement les disjoncteurs, ce qui peut s'avérer être un problème récurrent.

5. Comment garantir une installation optimale

Voici quelques conseils pour vous assurer qu'EverLink est installé correctement et pour éviter les raccordements incorrects pendant la durée de vie du produit :

Figure 10

Installation



- Utiliser un câble adapté au raccordement (section, matériau, type de câble, etc.).
- Préparer le câble en conséquence (torsion du câble, brides, par exemple) et isoler le câble en fonction de la longueur requise.
- Dévisser complètement le raccordement si nécessaire.
- Insérer le câble et serrer à l'aide des outils recommandés. Noter que le serrage d'une connexion Everlink peut offrir une sensation différente en raison de l'effet ressort de la borne.
- Ne pas serrer de façon excessive et respecter le couple recommandé en utilisant une clé dynamométrique ou des embouts secables à limitation de couple de serrage.
- Veiller à ce que les câbles soient fermement serrés en tirant doucement.
- Vérifier l'installation annuellement, en utilisant un écran thermique. Si aucun écran thermique n'est disponible, procéder à une opération de resserrage supplémentaire.

6. Conclusion

La sécurité et la fiabilité sont les priorités les plus importantes en ce qui concerne les raccordements électriques. Si ces aspects sont négligés, les installations peuvent être exposées à des risques d'incendie électrique et à d'autres dommages liés à l'électricité.

La technologie EverLink de Schneider Electric est conçue afin d'offrir aux clients une totale tranquillité d'esprit en termes de fiabilité, de maintenance et de continuité de service. La maintenance est optimisée en raison du fait que les raccordements électriques EverLink ne nécessitent aucune opération de resserrage régulière.

En outre, les clients ont parfois été confrontés dans le passé à des installations dans lesquelles une surchauffe des bornes de raccordement provoquait le déclenchement intempestif du disjoncteur. De même, les clients sont exposés depuis longtemps au risque de surchauffe, qui peut entraîner de graves dommages aux disjoncteurs et/ou aux câbles associés.


Grâce à sa technologie à effet de ressort brevetée, EverLink atténue l'effet de fluage, en veillant à ce que les câbles de raccordement électrique restent correctement serrés, afin de garantir aux clients des raccordements fiables et durables au sein de leurs installations électriques.


À propos des auteurs


Daniel Vanzetto est concepteur senior au Centre de R&D de Schneider Electric. Il possède une solide expérience en tant que spécialiste des raccordements électriques et travaille au niveau international sur de nombreuses nouvelles solutions de raccordement donnant lieu à des brevets majeurs. Il travaille également en étroite collaboration avec les fournisseurs pour développer de nouvelles technologies intéressantes ou pour optimiser les conceptions existantes. Daniel est l'un des principaux experts de Schneider Electric dans le domaine des raccordements électriques.

Emir Boumediene est responsable au sein de la division Simulation et commandes au sein du groupe Architecture & Innovation, rattaché au département Building & IT de Schneider Electric. Il est titulaire d'un master en sciences mécaniques et d'un master en sciences biomécaniques de l'École d'ingénieurs des Arts et Métiers ParisTech. Il a travaillé sur plusieurs sujets liés aux composants mécaniques et aux raccordements électriques au sein du groupe.



 [Utilisation de la thermographie infrarouge \(IR\) pour améliorer les programmes de maintenance préventive](#)
Livre blanc

 [Stratégies de maintenance des équipements de distribution électrique](#)
Livre blanc

 [Consulter tous les livres blancs](#)
download.schneider-electric.com

 [Outil MyPact](#)
Outil de sélection en ligne pour configurer les disjoncteurs BT

Nous contacter

si vous êtes un client ou avez des questions spécifiques à votre projet :

Contactez votre représentant Schneider Electric à l'adresse
<https://www.schneider-electric.com/en/work/support/>