

# Profitez de tous les avantages de votre réseau, comme vos clients— Remédiez à la coupure du service

Généralement, les tests de mise en service de couches 2 et 3, comme le RFC 2544, ont été effectués au moment de l'installation des services Ethernet. Une fois que les fournisseurs ont « certifié » leurs réseaux au moyen d'un test RFC 2544 (ou du nouveau test Y.1564), leurs clients finaux utilisant les applications de vidéoconférence, YouTube, Facebook ou de Cloud Computing sont toujours susceptibles de rencontrer des problèmes de ralentissement des performances.

La coupure se produisant pendant la phase du test d'installation, c'est-à-dire lorsque le test de la couche TCP - essentiel au fonctionnement optimal des applications utilisées par le client final - n'est pas effectué, est à l'origine de cette absence de connexion. La Figure 1 représente une vue simplifiée de la pile du protocole et de la coupure qui se produit entre les tests de mise en service et les applications de l'utilisateur final.

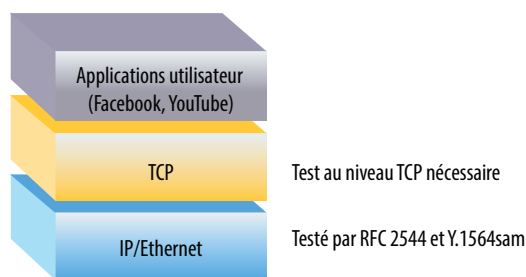


Figure 1. Pile du protocole et coupure entre les tests de mise en service et les applications de l'utilisateur final

Cette coupure dans la phase de test ne permettant pas aux fournisseurs Internet de vivre la même expérience d'utilisation que leurs clients, ils doivent trouver une solution capable d'évaluer les performances TCP avant que le protocole ne soit activé par l'utilisateur final. Les tests effectués au niveau de la couche TCP limitent le nombre de dépannages à domicile, d'entretiens téléphoniques avec l'assistance technique et de désabonnements, qui contribuent généralement à faire augmenter sensiblement les coûts d'exploitation des fournisseurs.

Ce document technique :

- propose une brève introduction au protocole TCP ;
- donnent quelques exemples des problèmes liés à l'équipement des locaux d'abonnés (CPE) et au réseau les plus fréquemment rencontrés par les clients et pouvant nuire au bon fonctionnement du protocole TCP et des applications ;
- présente la nouvelle méthode de test IETF RFC 6349 TCP ;
- démontre les avantages que cette méthode signifie pour les fournisseurs Internet qui effectuent les tests d'installation RFC 6349 sur couche TCP.

## Problèmes réseau et d'équipement CPE affectant le bon fonctionnement du protocole TCP

Le protocole TCP fonctionne sur la couche 4 du modèle de référence OSI et réside au sommet de la couche 3 IP. L'un des principaux avantages du protocole TCP est sa fiabilité : si des paquets sont perdus, le protocole s'assurera néanmoins qu'ils sont bien transmis au destinataire.

En outre, sur un réseau étendu WAN, le protocole TCP doit être correctement configuré pour régler le nombre d'octets que l'expéditeur peut envoyer avant de recevoir un accusé de réception (ACK) du destinataire. Le nombre d'octets « en transit » est généralement désigné en tant que fenêtre TCP - bien qu'en réalité, plusieurs mécanismes de fenêtre TCP soient en cours d'utilisation.

La Figure 2 représente le concept des octets de données TCP en transit sur une liaison WAN de 45 Mbps avec une période de latence ou un temps de propagation en boucle (RTD) de 25 ms.

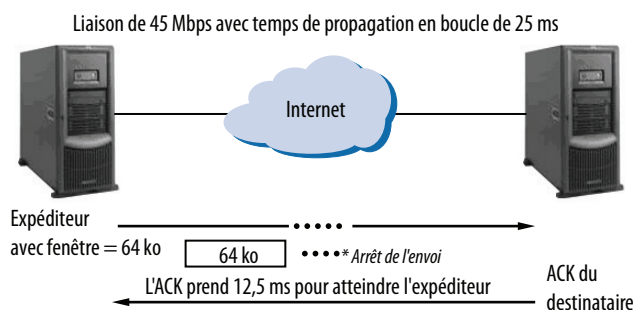


Figure 2. Illustration des octets de données TCP en transit sur une liaison WAN de 45 Mbps avec un temps RTD de 25 ms

Dans la Figure 2, la fenêtre TCP est mal paramétrée et seuls 64 Ko sont transmis par l'expéditeur avant qu'un accusé ACK ne soit réclamé.

Comme le test RFC 6349 le décrit, le produit délai-bande passante (BDP) correspond à la fenêtre TCP optimale, calculée de la façon suivante :

$$\text{BDP} = \frac{\text{bande passante du goulet d'étranglement de liaison} \times \text{temps de propagation en boucle}}{8}$$

Dans cet exemple, le produit BDP sera de 140 Ko, ce qui correspond à plus de la moitié de la taille de la fenêtre de 64 Ko de l'expéditeur, en sachant que ce dernier n'atteindrait qu'un débit d'environ 20 Mbps.

Une autre caractéristique clé du protocole TCP est qu'il repose sur un fonctionnement par salves plutôt que sur un débit binaire constant. Ainsi, un réseau local LAN d'1 Gigabit Ethernet (GigE) sur un réseau WAN de 100 Mbps donnera plusieurs instances pour lesquelles le réseau WAN ne traitera pas correctement les « salves » GigE et provoquera des pertes de paquets et des retransmissions TCP. La latence plus élevée du réseau réduit considérablement le débit TCP, car la machine à états TCP doit atteindre la vitesse de transmission optimale (sans perte de paquets).

Les principaux moyens de « rétrograder » le protocole TCP et de le faire passer d'un réseau LAN à un réseau WAN sont la mise en mémoire tampon et la mise en forme du trafic. La Figure 3 représente la mise en mémoire tampon du réseau et la file d'attente des travaux en sortie d'un périphérique réseau. La file d'attente accorde la priorité au trafic en fonction de plusieurs mécanismes de qualité de service (QS), comme le code d'accès aux services différenciés (DSCP) ou encore les balises de réseau virtuel LAN (VLAN), et attribue également les profondeurs de file d'attente en fonction de la catégorie de trafic. Faire appel à des profondeurs de files d'attente par défaut peut amener à l'abandon du trafic TCP par salves. Les pertes de paquets entraînent des retransmissions TCP qui peuvent sérieusement affecter les activités de l'utilisateur final.

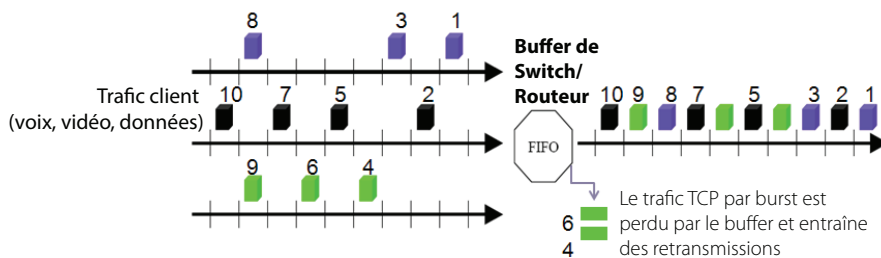


Figure 3. Mise en mémoire tampon du réseau et file d'attente des travaux en sortie d'un périphérique réseau

L'autre façon de passer d'un réseau LAN à un réseau WAN est la mise en forme du trafic ou la mise en mémoire tampon « intelligente » du réseau, procédure au cours de laquelle le périphérique met en forme le réseau conformément au débit minimal garanti (CIR). La mise en forme du trafic doit être réalisée au niveau du périphérique d'extrémité de l'équipement des locaux d'abonnés, mais les fournisseurs d'accès peuvent également mettre le trafic en forme pour améliorer les performances du TCP et l'expérience de l'utilisateur final.

En ne mettant pas le trafic TCP en forme lorsqu'il passe d'une interface haut débit à une interface au débit plus lent, les systèmes de limitation du réseau peuvent produire un effet préjudiciable sur les performances du TCP. Contrairement à la mise en forme, ces systèmes hachent le trafic supérieur au débit minimal garanti, entraînant des retransmissions du TCP et affectant considérablement les performances de l'utilisateur final. La Figure 4 compare un système de mise en forme du trafic et un système de limitation du trafic.

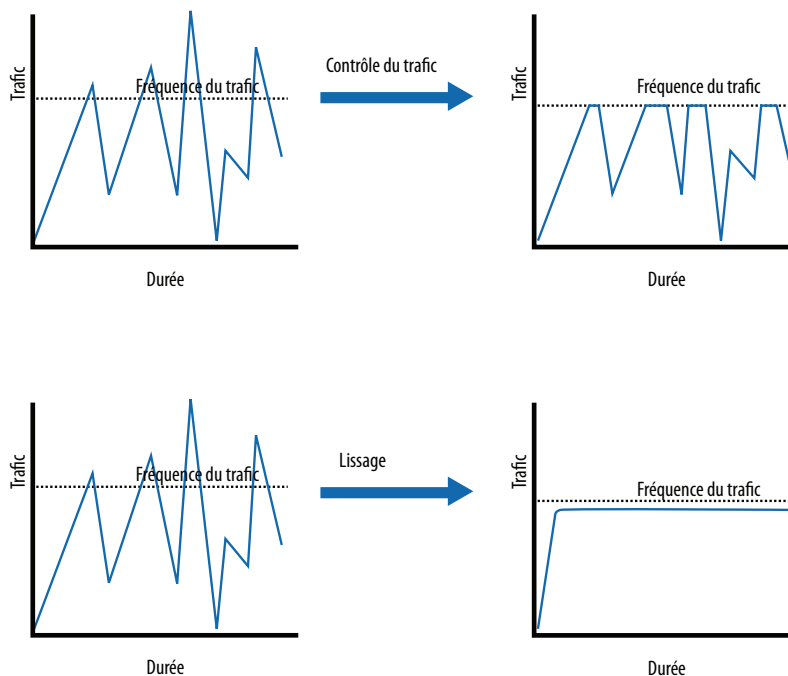


Figure 4. Comparaison du système de mise en forme du trafic et du système de limitation du trafic

Effectuer des tests RFC 6349 avant l'activation du système par le client pour régler la mise en file d'attente dans la mémoire tampon et la mise en forme du trafic permet d'optimiser le débit TCP sur le réseau WAN.

## Méthodologie de test TCP RFC 6349

Le test RFC 6349 correspond à la nouvelle méthodologie de test novatrice du débit du protocole TCP développée par Viavi en collaboration avec les représentants de Bell Canada et de Deutsche Telekom. Récemment diffusé par l'organisme Internet Engineering Task Force (IETF), le test RFC 6349 propose une méthode reproductible destinée à analyser le débit TCP au moyen de processus, de systèmes de mesure et de directives systématiques permettant d'optimiser les performances du réseau et des services.

La méthode RFC 6349 recommande de toujours mener un test de mise en service sur les couches 2 et 3 avant de passer au test TCP. Une fois la vérification du réseau au niveau des couches 2 et 3 effectuée, le test RFC 6349 préconise de réaliser les trois étapes suivantes.

- **Détection de l'unité MTU du chemin (par RFC 4821)** - Vérification de l'unité de transmission maximale (MTU) du réseau avec un test de la taille du segment TCP actif afin de garantir que les données utiles TCP demeurent non fragmentées.
- **Temps de propagation en boucle et bande passante de la ligne de base** – Évaluation de la taille optimale de la fenêtre TCP pour le calcul automatique du produit BDP du protocole TCP.
- **Tests du débit de la connexion TCP uniques et multiples** – Vérification des prévisions concernant la taille de la fenêtre TCP qui permettent le test TCP automatique à « pleine capacité ».

Les retransmissions TCP sont des phénomènes normaux qui se produisent lors de n'importe quelle communication réseau TCP/IP. Il est difficile de déterminer le nombre de retransmissions ayant un impact sur les performances en utilisant simplement le nombre en lui-même. Le test RFC 6349 définit une nouvelle mesure permettant de connaître le pourcentage relatif d'un transfert réseau qui a été utilisé en raison de la retransmission de données utiles.

Cette mesure correspond à l'efficacité TCP, ou au pourcentage d'octets non retransmis ; elle s'obtient de la façon suivante :

$$\frac{\text{octets transmis} - \text{octets retransmis}}{\text{octets transmis}} \times 100$$

Les octets transmis correspondent au nombre total d'octets de données utiles TCP transmis comprenant les octets originaux et retransmis. Cette mesure permet une comparaison entre les différents mécanismes de qualité de service, tels que la gestion du trafic, la prévention des encombrements et les différentes implémentations TCP (ex. : Reno et Vegas)

Par exemple, si 100 000 octets étaient envoyés et 2 000 devaient être retransmis, l'efficacité TCP serait calculée comme suit :

$$\frac{100\,000 - 2\,000}{100\,000} \times 100 = 98,03 \%$$

Notez que le pourcentage de pertes de paquets au niveau des couches 2 et 3 n'est pas en corrélation directe avec le pourcentage de retransmission des octets, car la distribution des paquets perdus peut grandement affecter le mode de retransmission TCP. L'efficacité TCP permet aux fournisseurs d'accès d'établir un seuil de perte TCP pour plusieurs niveaux de classe de service.

Le test RFC 6349 définit également le pourcentage du délai de mise en mémoire tampon, qui représente l'augmentation du temps de propagation en boucle (RTT) durant un test de débit TCP à partir du temps RTT de la ligne de base, qui correspond au temps RTT inhérent au chemin d'accès réseau sans encombrement.

Le pourcentage du délai de mise en mémoire tampon est obtenu de la façon suivante :

$$\frac{\text{temps RTT moyen durant le transfert} - \text{temps RTT de la ligne de base}}{\text{temps RTT de la ligne de base}} \times 100$$

Par exemple, utilisez la formule suivante pour calculer le pourcentage du délai de mise en mémoire tampon d'un réseau avec un chemin du temps RTT de la ligne de base de 25 ms, qui passe à 32 ms durant un transfert TCP RTT moyen :

$$\frac{32 - 25}{25} \times 100 = 28 \%$$

En d'autres termes, le transfert TCP a rencontré un autre temps RTD (encombrement) de 28 % qui a pu engendrer une diminution proportionnelle du débit TCP global et conduire à des délais plus longs pour l'utilisateur final.

Le test RFC 6349 complète le test RFC 2544 et met fin à la coupure entre les activités de l'utilisateur final et la façon dont le fournisseur teste le réseau. Le tableau suivant indique l'applicabilité du test réseau des méthodes RFC 2544 et Y.1564sam ainsi que les autres avantages que représente le test TCP RFC 6349.

Problème lié à la mise en service	RFC 2544	Y.1564sam	RFC 6349
Problèmes SLA de service simple, sur les couches 2 et 3 (ex. : perte et gigue)	X	X	N/A
Problèmes SLA de service multiple, sur les couches 2 et 3 (ex. : hiérarchisation des services, perte et gigue)		X	N/A
Démontre l'efficacité de la taille de la fenêtre TCP de l'utilisateur final sur le débit (problème lié à l'équipement CPE)			X
Mauvaise mise en mémoire tampon du périphérique pour la gestion des applications client fonctionnant par salves			X
Limitation du débit touchant aux performances TCP			X

La note d'application jointe, *Test RFC 6349 avec TrueSpeed de Viavi™* détaille les points importants de cette nouvelle méthodologie ainsi que de la mise en place automatisée Viavi des nouveaux tests RFC de l'IETF.

## Deux situations de clients professionnels non satisfaits

Généralement, deux raisons expliquent les problèmes de performance des applications réseau faisant l'objet de plaintes :

- Les utilisateurs professionnels ne configurent pas correctement leur matériel ou lancent une procédure de « test de rapidité » défectueuse. Faire fonctionner des applications sur un réseau WAN à large bande via les tailles de fenêtre TCP par défaut peut réduire les performances TCP de manière significative. Exemple de test de rapidité défectueux : lorsque des utilisateurs lancent un test TCP à l'aide d'un outil à code source libre, comme un iperf, sur un PC peu puissant et incapable d'atteindre le débit exigé par l'accord de niveau de service.
- Les fournisseurs Internet peuvent rencontrer des problèmes de réseau nécessitant un réglage (ex. : tailles de mémoires tampon à port non adaptées aux salves TCP). Les tests classiques effectués sur les couches 2 et 3 ne ralentissent pas le réseau de la même façon que le fera un trafic TCP par salves. Un trafic par salves provenant de clients professionnels sera limité et entraînera des retransmissions et une baisse de performance des applications. Des mémoires tampon à port plus grandes (mise en forme du trafic) peuvent contribuer à réduire significativement les pertes de paquets et à améliorer les performances TCP.

Les deux études de cas réels suivantes illustrent ces deux résultats. Dans chaque étude de cas, des procédures d'installation traditionnelles sur les couches 2 et 3 sont utilisées sans qu'un test de la couche TCP ait été mené en amont de l'activation client. Ces deux études démontrent que les fournisseurs peuvent éviter des coûts de dépannage inutiles et des désabonnements en effectuant des tests TCP avant que les clients n'entrent en action.

### Problème lié à l'équipement CPE : une configuration TCP inadaptée

Pour cette situation, un client professionnel disposant de deux sites a acquis un service LAN transparent de 100 Mbps auprès d'un fournisseur commercial doté de la configuration réseau illustrée à la Figure 5.

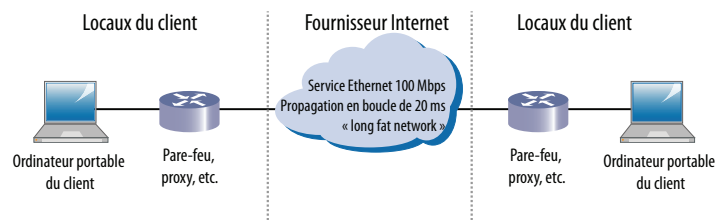


Figure 5. Configuration LAN transparente de 100 Mbps du client commercial

Le tableau suivant indique les résultats du test RFC 2544 et du test de vitesse du client que le fournisseur d'accès réseau a exécuté à l'aide des téléchargements FTP vers l'amont et vers l'aval.

Résultat RFC 2544	Résultat FTP
Débit de 100 Mbps	Débit de 25 Mbps

Naturellement, le client commercial était mécontent des performances FTP et a contesté le service fourni. Des problèmes récurrents sont survenus avec plusieurs dépannages à domicile au cours desquels les techniciens du fournisseur ont relancé le test RFC 2544.

Le problème dans ce scénario est qu'un réseau de 100 Mbps, avec un temps de latence de 20 ms, généralement appelé LFN (Long Fat Network), nécessite des fenêtres TCP plus grandes au niveau des ordinateurs de l'hôte final. La taille de fenêtre TCP idéale (comme indiqué dans la RFC 6349) dans ce scénario peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\frac{100 \text{ Mbps} \times 20 \text{ ms}}{8} = 250\,000 \text{ octets}$$

Bien que les fournisseurs d'accès réseau classiques ne soient pas responsables des périphériques CPE, ils doivent réaliser des tests TCP RFC 6349 entre les points de démarcation. La RFC 6349 fournit des consignes sur les différentes conditions de réseau ainsi que sur les tailles de fenêtre TCP optimales, ce qui permet aux fournisseurs d'accès réseau d'optimiser l'expérience réseau de leurs clients et d'améliorer ainsi leur satisfaction et leur fidélisation.

Pour ce document technique, le fournisseur d'accès réseau a réalisé quatre tests différents de taille de fenêtre TCP et le tableau suivant illustre les résultats obtenus.

Taille de la fenêtre TCP	Débit
32 ko	12,5 Mbps
64 ko	25 Mbps
128 ko	50 Mbps
256 ko	100 Mbps

Le test a clairement démontré que le réseau fonctionnait correctement et que l'utilisateur final devait activer l'option de cadrage de la fenêtre TCP sur ses hôtes CPE. Il est apparu que l'utilisateur final n'utilisait pas l'option de cadrage de la fenêtre sur l'un de ses serveurs et que la fenêtre maximale était de 64 ko uniquement (obtenant uniquement 25 Mbps des 100 Mbps du débit minimal garanti.)

En fin de compte, nous avons estimé que les coûts d'exploitation supplémentaires du fournisseur étaient de l'ordre de 7 000 \$. Le fournisseur utilise à présent la méthodologie de test RFC 6349 dans sa procédure d'activation de service standard.

### Problème du fournisseur d'accès au réseau : mémoires tampon de réseau inadéquates

Pour scénario, un client commercial disposant de deux emplacements a acquis un service LAN transparent de 300 Mbps auprès d'un fournisseur commercial avec la configuration réseau illustrée à la Figure 6. Notez que le temps de latence entre les deux emplacements était d'environ 50 ms.

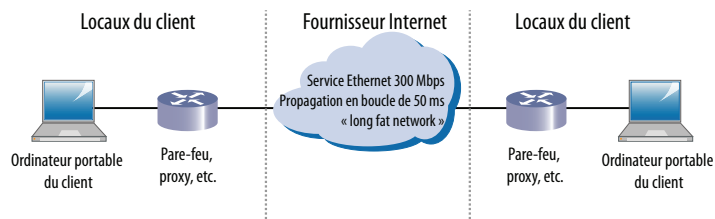


Figure 6. Configuration LAN transparente de 300 Mbps du client commercial

Le tableau suivant indique les résultats du test RFC 2544 et du test de vitesse du client que le fournisseur d'accès réseau a exécuté à l'aide du programme iperf.

Résultat RFC 2544	Résultat iperf
Débit de 300 Mbps	Débit de 95 Mbps

À nouveau, des problèmes récurrents sont survenus avec plusieurs dépannages à domicile au cours desquels les techniciens du fournisseur ont relancé le test RFC 2544. Le client final a demandé au fournisseur de réaliser un test de vitesse sur la couche TCP car il n'avait pas confiance dans les résultats présentés par le fournisseur.

Dans ce scénario de test, le BDP était très important et a été calculé de la manière suivante :

$$\frac{300 \text{ Mbps} \times 50 \text{ ms}}{8} = 1\,875\,000 \text{ octets}$$

Le BDP était effectivement très important, mais le client final connaisseur en TCP exécutait des sessions TCP parallèles (30 dans ce cas) pour tenter de correctement « remplir le tuyau ».

La RFC 6349 comprend un test de connexion TCP parallèle qui constitue une méthode de test essentielle pour les BDP extrêmement importants. Le fournisseur a utilisé la solution TrueSpeed de Viavi pour répliquer ce scénario de test ainsi que la solution matérielle TCP de Viavi afin d'éliminer toute incertitude concernant l'influence des performances de traitement du poste de travail de l'utilisateur final ayant exécuté le programme iperf sur les résultats du test.

Pour ce scénario, le fournisseur a réellement répliqué le problème et n'a pu obtenir que le même débit de 95 Mbps que celui obtenu par le client final.

Le fournisseur a identifié le problème comme une mise en mémoire tampon par défaut inadéquate au niveau du routeur d'extrémité. L'augmentation de la taille de la mémoire tampon du périphérique a permis au fournisseur d'effectuer un nouveau test et d'offrir une performance TCP adéquate de 300 Mbps.

En fin de compte, nous avons estimé que les coûts d'exploitation supplémentaires du fournisseur étaient de l'ordre de 15 000 \$. Le fournisseur utilise à présent la méthodologie de test RFC 6349 dans sa procédure d'activation de service standard.

## Conclusion

Ce document technique met l'accent sur l'écart entre les méthodes actuelles d'activation de service Ethernet RFC 2544 et Y.1564 et l'expérience de l'utilisateur final. Les applications du client fonctionnent parallèlement à la couche TCP et ses performances en sont grandement affectées lors du passage d'un environnement LAN à un environnement WAN.

L'augmentation de l'activation de service RFC 2544 et/ou Y.1564 avec un test basé sur RFC 6349 permet au fournisseur de partager l'expérience réseau du client, de réaliser des économies substantielles en termes d'exploitation et d'accroître considérablement la satisfaction client lors de la première utilisation, permettant ainsi une fidélisation du client et une augmentation des profits.

Viavi a adopté la méthode de test du TCP RFC 6349 et l'a automatisée. La capacité de test TrueSpeed de Viavi constitue la première solution de test du secteur conforme avec la norme RFC 6349. TrueSpeed permet au fournisseur d'accès au réseau d'exécuter des tests classiques sur les installations RFC 2544 et TCP lors du même dépannage à domicile, avec un technicien ayant le même niveau de compétence, et cela en moins de cinq minutes.

La note d'application jointe, *Test RFC 6349 avec TrueSpeed de Viavi*, explique en détail la nouvelle série de tests RFC et met l'accent sur la fonction de test TrueSpeed.



Contactez-nous **+1 844 GO VIAVI**  
(+1 844 468 4284)  
+33 1 30 81 50 50

Pour contacter le bureau Viavi le plus proche,  
rendez-vous sur [viavisolutions.com/contacts](http://viavisolutions.com/contacts)

© 2015 Viavi Solutions Inc.  
Les spécifications et descriptions du produit  
figurant dans ce document sont sujettes à  
modifications sans préavis.  
rfc6349-wp-tps-tm-fr  
30173047 901 1214