

# Présentation du débit de données dans un monde DOCSIS

## Contenu

[Introduction](#)

[Conditions préalables](#)

[Conditions requises](#)

[Components Used](#)

[Conventions](#)

[Informations générales](#)

[Bits, octets et bauds](#)

[Qu'est-ce que le débit?](#)

[Calculs de débit](#)

[Contraintes](#)

[Rendement en aval – MAP](#)

[Rendement en amont – Temps de latence DOCSIS](#)

[TCP ou UDP?](#)

[Pile TCP/IP de Windows](#)

[Mesures favorables](#)

[Détermination du débit](#)

[Accroître la vitesse d'accès](#)

[Largeur et modulation des canaux](#)

[Effet d'entrelacement](#)

[Avancement MAP dynamique](#)

[Effet de concaténation et de fragmentation](#)

[Vitesses de transmission par modem unique](#)

[Avantages de DOCSIS 2.0](#)

[Autres facteurs](#)

[Vérification du débit](#)

[Résumé](#)

[Conclusion](#)

[Informations connexes](#)

## **[Introduction](#)**

Avant que vous tentiez de mesurer la performance d'un réseau câblé, il y a quelques facteurs de limitation que vous devriez prendre en compte. Pour concevoir et déployer un réseau hautement disponible et fiable, vous devez d'abord comprendre les principes de base et les paramètres de mesure de la performance des réseaux câblés. Ce document présente certains de ces facteurs de limitation puis décrit comment réellement optimiser et qualifier le débit et la disponibilité sur votre

système déployé.

## Conditions préalables

### Conditions requises

Les lecteurs de ce document devraient avoir connaissance des sujets suivants :

- Spécifications d'interface de service de données sur câble (DOCSIS)
- Technologies des radiofréquences (RF)
- Interface de ligne de commande logicielle Cisco IOS® (CLI)

### Components Used

Ce document n'est pas limité à des versions de matériel ou de logiciel spécifiques.

The information in this document was created from the devices in a specific lab environment. All of the devices used in this document started with a cleared (default) configuration. If your network is live, make sure that you understand the potential impact of any command.

### Conventions

For more information on document conventions, refer to the [Cisco Technical Tips Conventions](#).

## Informations générales

### Bits, octets et bauds

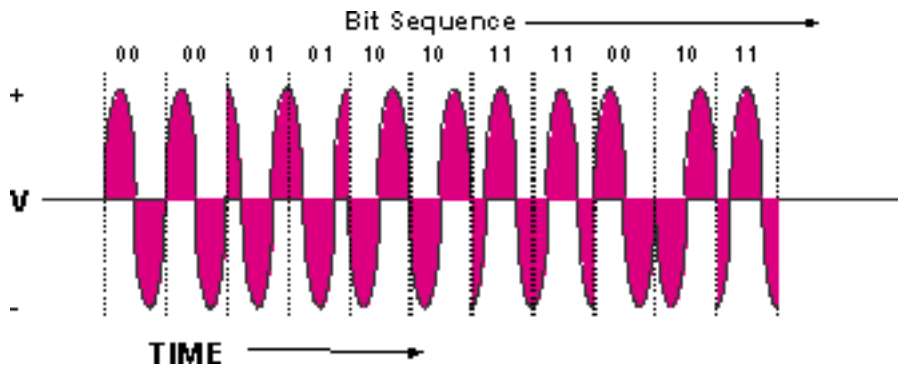
Cette section explique les différences entre les bits, octets et bauds. Le mot *bit* est une contraction de **B**inary **d**igi**T**, et il est généralement symbolisé par un b minuscule. Un chiffre binaire indique deux états électroniques : un état « on » ou un état « off », parfois appelé « 1 » ou « 0 ».

Un *octet* est symbolisé par un o minuscule, et il est habituellement de 8 bits de longueur. D'autres longueurs sont possibles, regroupées sous le terme « *multiplet* ». On peut aussi diviser un octet en deux « mots » de 4 bits, appelés « *quartets* ». Un quartet est défini comme un mot de 4 bits, soit la moitié d'un octet.

Le débit est mesuré en bits par seconde (b/s), et il est associé à la vitesse d'un signal sur un support donné. Par exemple, ce signal pourrait être un signal numérique en bande de base ou, peut-être, un signal analogique modulé pour représenter un signal numérique.

Un type de signal analogique modulé est la modulation par déplacement de phase en quadrature (MDPQ). Il s'agit d'une technique de modulation qui manipule la phase du signal de 90 degrés pour créer quatre signatures différentes, comme le montre [la figure 1](#). Ces signatures sont appelées *symboles*, et leur vitesse est mesurée en *bauds* (symboles par seconde). Baud équivaut à des symboles par seconde.

Figure 1 - Diagramme QPSK



Signaux QPSK ont quatre symboles différents; quatre est égal à  $2^2$ . L'exposant donne le nombre théorique de bits par cycle (symbole) qui peut être représenté, soit 2 dans ce cas. Les quatre symboles représentent les nombres binaires 00, 01, 10 et 11. Par conséquent, si un débit de 2,56 Msymboles/s est utilisé pour transporter une porteuse MDP-4, on parle de 2,56 Mbauds et le débit binaire théorique serait de  $2,56 \text{ Msymboles/s} \times 2 \text{ bits/symbole} = 5,12 \text{ Mb/s}$ . Cette méthode est décrite ultérieurement dans ce document.

Vous connaissez peut-être aussi le terme *paquets par seconde (PPS)*. C'est une façon de qualifier le débit d'un dispositif basé sur des paquets, que ce paquet contienne une trame Ethernet 64 octets ou 1518 octets. Parfois, le « goulot d'étranglement » du réseau est la puissance du CPU pour traiter une certaine quantité de PPS et n'est pas nécessairement le nombre total de bits par seconde.

## Qu'est-ce que le débit?

On doit d'abord calculer le *débit maximal théorique avant d'arriver au débit effectif*. Le débit effectif disponible pour les abonnés d'un service sera toujours inférieur au maximum théorique, et c'est ce que vous devriez essayer de calculer.

Le débit est basé sur de nombreux facteurs :

- le nombre total d'utilisateurs
- les goulots d'étranglement
- les services utilisés
- l'utilisation de serveurs cache et proxy
- l'efficacité de la couche MAC
- le bruit et les erreurs sur l'installation de câblage
- beaucoup d'autres facteurs

Le but de ce document est d'expliquer comment optimiser le débit et la disponibilité dans un environnement DOCSIS et d'expliquer les contraintes intrinsèques au protocole qui affectent les performances. Si vous souhaitez tester ou dépanner les problèmes de performances, reportez-vous au document « [Troubleshooting Slow Performance in Cable Modem Networks](#) ». Pour connaître le nombre maximum d'utilisateurs recommandés sur un port amont (liaison montante) ou aval (liaison descendante), reportez-vous au document « [What is the Maximum Number of Users per CMTS?](#) ».

Les réseaux câblés traditionnels utilisent le protocole MAC pour effectuer un « sondage » du réseau; cette fonction s'appelle « carrier sense multiple access collision detect (CSMA/CD) ». Les modems DOCSIS actuels reposent sur un système de réservation où les modems demandent une période de transmission et le CMTS accorde des créneaux horaires en fonction de la disponibilité. Les modems câble se voient attribuer un identifiant de service (SID) qui est mis en

correspondance avec les paramètres de classe de service (CoS) ou de qualité de service (QoS).

Dans un réseau d'accès multiplexé à répartition dans le temps (AMRT), vous devez limiter le nombre total de modems câble qui peuvent transmettre simultanément si vous voulez garantir un certain débit à tous les utilisateurs qui le demandent. Le nombre total d'utilisateurs simultanés est basé sur une distribution de Poisson, qui est un algorithme de probabilité statistique.

L'ingénierie du trafic, en tant que statistique utilisée dans les réseaux basés sur la téléphonie, représente environ 10 % de l'utilisation de pointe. Ce calcul dépasse la portée du présent document. Contrairement au trafic vocal, le trafic de données est appelé à devenir plus populaire à mesure que les utilisateurs seront plus au fait de l'informatique et les services de voix sur IP (VoIP) et de vidéo sur demande (VoD) seront plus répandus. et cela changera lorsque les utilisateurs seront plus familiarisés avec l'informatique ou lorsque les services VoIP (Voice over IP) et VoD (Video on Demand) seront plus disponibles. Par souci de simplicité, supposons que 50 % des utilisateurs de pointe  $\times$  20 % de ces utilisateurs lancent un téléchargement simultanément. Cela équivaudrait à une utilisation de pointe de 10%.

Tous les utilisateurs simultanés se disputent l'accès montant et descendant. De nombreux modems peuvent être actifs durant le sondage initial, mais un seul modem peut être actif à chaque instant donné. C'est une bonne chose en termes de contribution au bruit, car un seul modem à la fois ajoute son complément de bruit à l'effet global.

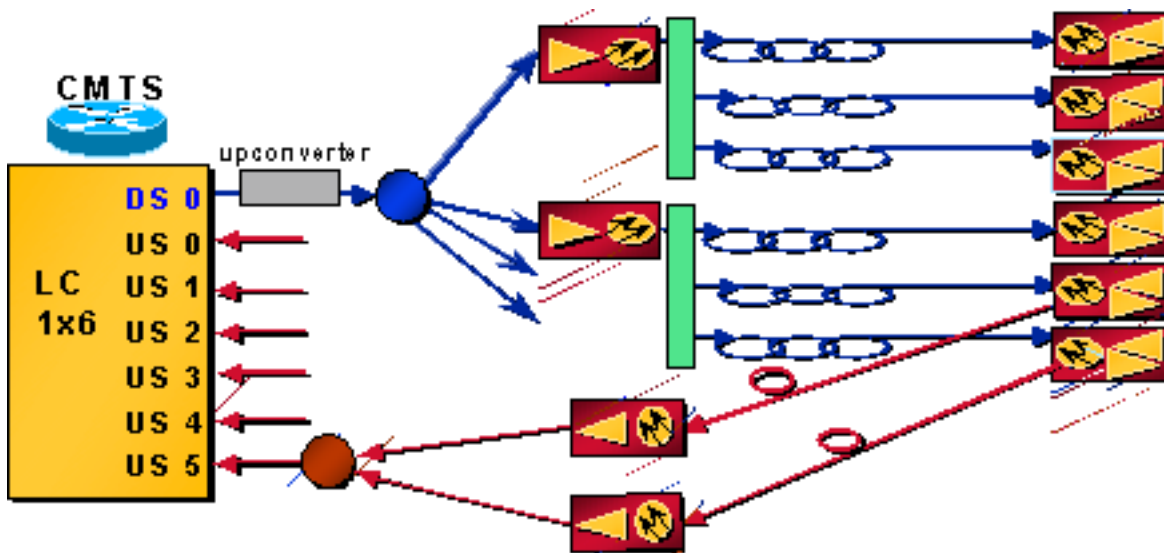
Une contrainte intrinsèque à la norme actuelle est qu'un certain débit est nécessaire pour la maintenance et l'approvisionnement, lorsque de nombreux modems sont reliés à un seul système de terminaison par modem câble (CMTS). Ceci est retiré de la charge utile réelle pour les clients actifs. C'est ce qu'on appelle le *sondage Keepalive*, qui se produit habituellement une fois toutes les 20 secondes pour DOCSIS, mais qui pourrait se produire plus souvent. De plus, les vitesses montantes par modem peuvent être limitées par les mécanismes de demande et d'attribution, comme nous l'expliquons plus loin dans le présent document.

**Remarque :** N'oubliez pas que les références à la taille du fichier sont en octets composés de 8 bits. Ainsi, 128 kb/s équivaut à 16 Ko/s. De même, 1 Mo est en fait égal à 1 048 576 octets, et non à 1 million d'octets, car les nombres binaires donnent toujours être une puissance de 2. Un fichier de 5 Mo est en fait  $5 \times 8 \times 1\,048\,576 = 41,94$  Mo et pourrait être plus long à télécharger que prévu.

## Calculs de débit

Supposons une carte CMTS avec un port aval et six ports amont. Le port aval est divisé pour alimenter environ 12 nœuds. La moitié de ce réseau est illustrée à la [figure 2](#).

### Figure 2 – Disposition du réseau



- 500 foyers par nœud × 80 % d'utilisation du câble × 20 % d'utilisation de modems = 80 modems par nœud
- 12 nœuds × 80 modems par nœud = 960 modems par port aval

**Remarque :** De nombreux opérateurs de services multiples quantifient désormais leurs systèmes en fonction de ménages passés (HHP) par nœud. C'est la seule constante dans les architectures d'aujourd'hui, où vous pourriez avoir des abonnés de radiodiffusion par satellite (DBS) qui achètent un service de données haute vitesse (HSD) ou seulement la téléphonie sans service vidéo.

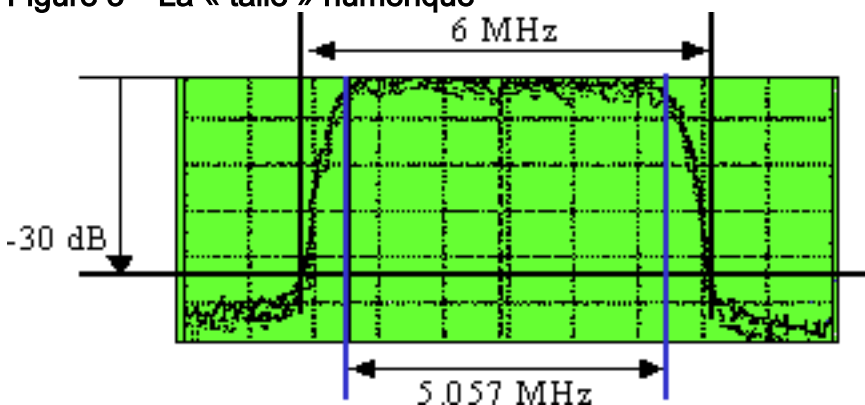
**Remarque :** Le signal US de chacun de ces nœuds sera probablement combiné sur un rapport 2:1 de sorte que deux nœuds alimentent un port US.

- 6 ports amont x 2 nœuds par liaison montante = 12 nœuds
- 80 modems par nœud × 2 nœuds par liaison montante = 160 modems par port amont.

### Aval (liaisons descendantes)

Débit de symboles descendant = 5,057 Msymboles/s ou Mbauds. Une décroissance du filtre (alpha) d'environ 18 % donne  $5,057 \times (1 + 0,18) = \sim 6$  MHz de largeur de « taille », comme le montre [la figure 3](#).

Figure 3 – La « taille » numérique



Si une MAQ-64 est utilisée, alors  $64 = 2$  à la 6e puissance ( $2^6$ ). L'exposant de 6 signifie 6 bits par symbole pour la MAQ-64, ce qui donne  $5,057 \times 6 = 30,3$  Mb/s. cela donne  $5,057 \times 6 = 30,3$  Mbits/s. Une fois que l'ensemble du surdébit pour la correction d'erreur (FEC) et l'encodage

Motion Picture Experts Group (MPEG) a été pris en compte, il reste environ 28 Mb/s pour la charge utile. Cette charge utile est encore réduite, car elle est également partagée avec la signalisation DOCSIS.

**Note :** L'annexe B de l'UIT-J.83 indique que la FEC de Reed-Solomon a un code 128/122, ce qui signifie 6 symboles de surcharge pour 128 symboles, donc  $6 / 128 = 4,7 \%$ . Le codage en treillis est de 1 octet pour chaque 15 octets avec la MAQ-64, et de 1 octet pour 20 octets avec la MAQ-256. Il s'agit respectivement de 6,7 pour cent et 5 pour cent. MPEG-2 est composé de paquets de 188 octets avec 4 octets (parfois 5) de surdébit, ce qui donne  $4,5 / 188 = 2,4 \%$ . C'est pourquoi vous verrez la vitesse indiquée comme 27 Mb/s pour la MAQ-64, et comme 38 Mb/s pour la MAQ-256. Rappelez-vous que les paquets Ethernet ont également 18 octets de surdébit, que ce soit pour un paquet de 1500 ou de 46 octets. Il y a aussi 6 octets de surdébit DOCSIS et de surdébit IP, ce qui pourrait représenter un total d'environ 1,1 à 2,8 % de surdébit supplémentaire et pourrait ajouter 2 % de surdébit supplémentaire possible pour le trafic DOCSIS MAP. Les vitesses réelles testées pour la MAQ-64 ont été plus proches de 26 Mb/s.

Dans le cas très improbable où les 960 modems téléchargent des données exactement au même moment, ils n'obtiendront chacun qu'environ 28 kb/s. Si vous envisagez un scénario plus réaliste et supposez une utilisation de pointe de 10 pour cent, vous obtenez un débit théorique de 280 kb/s comme pire scénario pendant la période la plus occupée. Si un seul client est en ligne, il obtiendrait théoriquement 26 Mb/s, mais les accusés de réception montants qui doivent être transmis pour TCP limitent le débit descendant, et d'autres goulots d'étranglement deviennent apparents (tels que l'ordinateur ou la carte d'interface réseau[NIC]). mais les accusés de réception américains qui doivent être transmis pour TCP limitent le débit DS et d'autres goulots d'étranglement deviennent apparents (par exemple le PC ou la carte réseau). En réalité, le câblodistributeur limitera ce débit à 1 ou 2 Mb/s, afin de ne pas créer une perception du débit disponible qui ne sera jamais réalisable lorsque plus d'abonnés s'inscriront.

### Amont (liaisons montantes)

La modulation montante DOCSIS de MDPQ à 2 bits/symbole donne environ 2,56 Mb/s. Il est calculé à partir du débit de  $1,28 \text{ Msymboles/s} \times 2 \text{ bits/symbole}$ . L'alpha du filtre est de 25 %, ce qui donne une largeur de bande (BW) de  $1,28 \times (1 + 0,25) = 1,6 \text{ MHz}$ . Soustraire environ 8 p. 100 pour la FEC, si elle est utilisée. Il y a aussi environ 5 à 10 pour cent de surdébit (entretien, réservation des cases horaires et accusés de réception). Il y a donc environ 2,2 Mb/s qui sont partagés entre 160 clients potentiels par port amont.

**Remarque :** surcharge de la couche DOCSIS = 6 octets par trame Ethernet de 64 à 1 518 octets (peut être 1 522 octets, si l'étiquetage VLAN est utilisé). Cela dépend également de la taille maximale de la rafale et de l'utilisation de la concaténation ou de la fragmentation.

- La FEC montante est variable :  $\sim 128 / 1518$  ou  $\sim 12 / 64 = \sim 8$  ou  $\sim 18 \%$ . Environ 10 pour cent sont utilisés pour l'entretien, la résolution de conflits et les accusés de réception.
- Sécurité BPI ou en-têtes étendus = 0 à 240 octets (généralement de 3 à 7).
- Préambule = 9 à 20 octets.
- Guardtime  $\geq 5$  symboles =  $\sim 2$  octets.

En supposant une utilisation de pointe de 10 %, cela donne  $2,2 \text{ Mb/s} / (160 \times 0,1) = 137,5 \text{ kb/s}$  comme charge utile par abonné dans le pire des cas. Pour une utilisation résidentielle typique (par exemple, la navigation sur le Web), vous n'avez probablement pas besoin d'autant de débit montant que descendant. Cette vitesse peut être suffisante pour un usage résidentiel, mais elle ne l'est pas pour un usage commercial.



## Contraintes

Il existe une pléthore de facteurs limitatifs qui affectent le débit « réel » des données. Celles-ci vont du cycle de demande et d'attribution à l'entrelacement des liaisons descendantes. Comprendre les limites aidera à mieux gérer les attentes et à optimiser le processus.

### Rendement en aval – MAP

La transmission des messages MAP envoyés aux modems réduit le débit descendant. Un message MAP est envoyé sur la liaison descendante, pour permettre aux modems de demander la case horaire pour la transmission montante. Si un MAP est envoyé toutes les 2 ms, il totalise  $1 / 0,002 \text{ s} = 500 \text{ MAP/s}$ . Si le MAP occupe 64 octets, cela équivaut à  $64 \text{ octets} \times 8 \text{ bits par octet} \times 500 \text{ MAP/s} = 256 \text{ kb/s}$ . Si vous avez six ports amont et un port aval sur une seule lame dans le châssis CMTS, cela représente  $6 \times 256 \text{ 000 b/s} = \sim 1,5 \text{ Mb/s}$  de débit descendant utilisé pour supporter tous les messages MAP des modems. Ceci suppose que la MAP est de 64 octets et qu'elle est effectivement envoyée toutes les 2 ms. En réalité, les tailles de MAP pourraient être légèrement plus grandes, selon le schéma de modulation et la quantité de bande passante américaine utilisée. Cela pourrait facilement représenter de 3 à 10 p. 100 de surdébit. De plus, d'autres messages de maintenance du système sont transmis dans le canal descendant. Ces derniers augmentent également le surdébit, mais l'effet global est négligeable. Cependant, l'effet est généralement négligeable. Les messages MAP peuvent représenter une charge pour l'unité centrale, ainsi que pour les performances de débit des liaisons descendantes, car l'unité doit garder la trace de tous les MAP.

Lorsque vous placez un canal AMRT et un accès multiple par répartition en code standard (S-CDMA) sur la même liaison montante, le CMTS doit dédoubler les messages MAP pour chaque port. Ainsi, la consommation MAP dans la bande passante descendante est doublée. Cela fait partie de la spécification DOCSIS 2.0 et est nécessaire à l'interopérabilité. En outre, les descripteurs de canaux montants et d'autres messages de contrôle montants sont également doublés.

### Rendement en amont – Temps de latence DOCSIS

En liaison montante, le cycle de demande et d'attribution entre le CMTS et le modem ne peut tirer profit que d'un MAP sur deux au maximum, en fonction du temps d'aller-retour (TAR), de la durée du MAP et du temps d'avance du MAP. Cela est dû au fait que le TAR est affecté par l'entrelacement descendant et le fait que DOCSIS ne permet à un modem d'avoir qu'une seule demande en suspens à un moment donné, ainsi qu'une « latence de demande et d'attribution » qui lui est associée. Cette latence est attribuée à la communication entre les modems et le CMTS, qui dépend du protocole. En bref, les modems doivent d'abord demander l'autorisation du SMTC pour envoyer des données. Le SMTC doit répondre à ces demandes, vérifier la disponibilité de l'ordonnanceur MAP et le mettre en file d'attente pour la prochaine occasion de transmission en monodiffusion. Cette communication aller-retour, qui est exigée par le protocole DOCSIS, produit une telle latence. Le modem peut manquer tous les autres MAP, car il attend qu'une attribution revienne dans la liaison descendante après sa dernière demande.

Un intervalle MAP de 2 ms donne  $500 \text{ MAP par seconde} / 2 = \sim 250$  opportunités MAP par seconde, soit 250 PPS. Les 500 MAP sont divisés par 2, car dans une installation « réelle », le TAR entre la demande et l'attribution sera beaucoup plus longue que 2 ms. Il pourrait être supérieur à 4 ms, ce qui sera un message MAP sur trois. Si des paquets typiques composés de trames Ethernet de 1518 octets sont envoyés à 250 PPS, cela équivaudrait à environ 3 Mb/s car il

y a 8 bits dans un octet. Il s'agit donc d'une limite pratique pour le débit montant pour un seul modem. S'il y a une limite d'environ 250 PPS, que faire si les paquets sont petits (64 octets)? C'est seulement 128 kb/s. Il s'agit où concatenation vous permet de; reportez-vous à la [Concatenation et en Vigueur Fragmentation section de ce document](#).

Selon le débit de symboles et le schéma de modulation utilisés pour le canal montant, l'envoi d'un paquet de 1518 octets peut prendre plus de 5 ms. S'il faut plus de 5 ms pour envoyer un paquet montant au CMTS, le modem vient de rater trois opportunités MAP sur la liaison descendante. Le PPS n'est plus que d'environ 165. Si vous réduisez le temps MAP, il pourrait y avoir plus de messages MAP au détriment de plus de surdébit descendant. Plus de messages MAP donneront plus d'opportunités pour la transmission montante, mais dans une installation hybride fibre-coaxial (HFC), vous manquez juste plus de ces opportunités de toute façon.

Heureusement, DOCSIS 1.1 ajoute UGS (Unsolicited Grant Service), qui permet au trafic vocal d'éviter ce cycle de demandes et d'attributions. Au lieu de cela, les paquets vocaux sont transmis toutes les 10 ou 20 ms jusqu'à la fin de l'appel.

**Remarque** : lorsqu'un modem transmet un grand bloc de données US (par exemple, un fichier de 20 Mo), il récupère la bande passante demandée dans des paquets de données au lieu d'utiliser des requêtes distinctes, mais le modem doit toujours effectuer le cycle de demande et d'octroi. Pour éviter les collisions et les demandes corrompues, il est possible de jumeler les demandes aux données dans la même case horaire plutôt que dans des cases conflictuelles.

## [TCP ou UDP?](#)

Un point qui est souvent négligé quand quelqu'un teste la performance du débit est le protocole qui est utilisé. S'agit-il d'un protocole orienté connexion, comme TCP, ou sans connexion, comme UDP (User Datagram Protocol)? UDP envoie des informations sans égard à la qualité; c'est ce que l'on appelle une prestation « au mieux ». On parle souvent de « meilleure prestation ». Si certains bits sont reçus par erreur, le système se contente de passer aux bits suivants. Le TFTP est un autre exemple d'un protocole de ce type. Il s'agit d'un protocole typique pour l'audio en temps réel ou la vidéo en continu. TCP, en revanche, exige un accusé de réception pour prouver que le paquet envoyé a été correctement reçu. FTP en est un exemple. Si le réseau est bien maintenu, le protocole peut être assez dynamique pour envoyer plusieurs paquets consécutivement avant qu'un accusé de réception ne soit demandé. C'est ce qu'on appelle « l'augmentation de la taille de la fenêtre », qui est une partie standard du protocole de contrôle de transmission.

**Remarque** : Une chose à noter à propos du protocole TFTP est que, même s'il utilise moins de surcharge parce qu'il utilise le protocole UDP, il utilise généralement une approche par étapes, ce qui est terrible pour le débit. Cela signifie qu'il n'y aura jamais plus d'un paquet de données en suspens. Il ne s'agirait donc jamais d'un bon test pour déterminer le débit réel.

Au bout du compte, le trafic descendant générera du trafic montant sous la forme d'un plus grand nombre d'accusés de réception. En outre, si une brève interruption des liaisons montantes entraîne la chute d'un accusé de réception TCP, le flux TCP ralentira. Cela n'arriverait pas avec UDP. Si le chemin montant est coupé, le modem échouera finalement à l'interrogation Keepalive, après environ 30 secondes, et il recommencera à scanner la liaison descendante. TCP et UDP survivront à de brèves interruptions, car les paquets TCP seront mis en file d'attente ou perdus et le trafic UDP descendant sera maintenu.

Le débit montant peut également limiter le débit de la liaison descendante. Par exemple, si le trafic



descendant transite par satellite ou coaxial, et que le trafic montant transite par des lignes téléphoniques, le débit montant de 28,8 kb/s peut limiter le débit descendant à moins de 1,5 Mb/s, même s'il a été annoncé à 10 Mb/s maximum. C'est parce que la liaison à faible vitesse ajoute de la latence au flux d'accusés de réception montants, ce qui provoque alors un ralentissement du flux descendant par TCP. Pour aider à atténuer ce problème de goulot d'étranglement, Telco Return tire parti du protocole PPP (Point-to-Point Protocol) et réduit considérablement le nombre d'accusés de réception.

La génération de MAP sur la liaison descendante affecte le cycle de demande et d'attribution montant. Lorsque le trafic TCP est traité, les accusés doivent également passer par le cycle de demande et d'attribution. La liaison descendante peut être sérieusement entravée si les accusés de réception ne sont pas concaténés en liaison montante. Par exemple, les jeux vidéo peuvent envoyer du trafic sur la liaison descendante par paquets de 512 octets. Si le lien montant est restreint à 234 PPS et que la liaison descendante est de 2 paquets par accusé de réception, cela équivaudrait à  $512 \times 8 \times 2 \times 234 = 1,9 \text{ Mb/s}$ .

## Pile TCP/IP de Windows

Le débit de téléchargement avec Windows varie généralement de 2,1 à 3 Mb/s. Les périphériques UNIX ou Linux fonctionnent souvent mieux, car ils ont une pile TCP/IP améliorée et n'ont pas besoin d'envoyer un accusé de réception à chaque deux paquets descendants reçus. Vous pouvez vérifier si la contrainte de performance se trouve à l'intérieur du pilote Windows TCP/IP. Souvent, ce pilote se comporte mal pendant les performances limitées des accusés de réception. Vous pouvez utiliser un analyseur de protocole depuis Internet. Il s'agit d'un programme conçu pour afficher les paramètres de votre connexion Internet, qui sont extraits directement des paquets TCP que vous envoyez au serveur. Un analyseur de protocole fonctionne comme un serveur Web spécialisé. Il ne sert pas de pages Web différentes, mais il répond plutôt à toutes les demandes avec la même page. Il répond plutôt à toutes les demandes par la même page. Les valeurs sont modifiées en fonction des paramètres TCP du client. Il transfère ensuite le contrôle à un script CGI qui effectue l'analyse et affiche les résultats. Un analyseur de protocole peut vous aider à vérifier que les paquets téléchargés ont une longueur de 1518 octets (unité de transmission maximum DOCSIS [UTM]) et à vérifier que les accusés de réception montants fonctionnent entre 160 et 175 PPS. Si les paquets sont inférieurs à ces paramètres, mettez à jour vos pilotes Windows et ajustez votre hôte UNIX ou Windows NT.

Vous pouvez modifier les paramètres dans le Registre, pour ajuster votre hôte Windows. Tout d'abord, vous pouvez augmenter l'UTM. La taille des paquets, appelée UTM, est la plus grande quantité de données qui peut être transférée dans une trame physique sur le réseau. Pour Ethernet, l'UTM est de 1518 octets; pour PPPoE, c'est 1492 octets; et pour les connexions par ligne commutée, elle est souvent de 576 octets. Pour PPPoE, il s'agit de 1492 ; et pour les connexions commutées, c'est souvent 576. La différence vient du fait que, lorsque de plus gros paquets sont utilisés, le surdébit est plus faible, vous avez moins de décisions de routage, et les clients ont moins de traitement de protocole et d'interruptions de périphérique.

Chaque unité de transmission est constituée de données d'en-tête et de données réelles. Les données réelles sont appelées « taille de segment maximum » (TSM), qui définit le plus grand segment de données TCP qui peut être transmis. Essentiellement,  $UTM = TSM + \text{en-têtes TCP/IP}$ . Par conséquent, vous pouvez ajuster votre TSM à 1380, pour refléter le maximum de données utiles dans chaque paquet. Vous pouvez également optimiser votre fenêtre de réception par défaut (RWIN) après avoir ajusté vos paramètres UTM et TSM actuels; un analyseur de protocole vous proposera la meilleure valeur à ce sujet. un analyseur de protocole suggère la meilleure valeur. Un analyseur de protocole peut également vous aider à vérifier les paramètres

suivants :

- Découverte MTU ([RFC1191](#)) = ON
- Accusé de réception sélectif ([RFC2018](#)) = ON
- Horodatages ([RFC1323](#)) = OFF
- TTL (Time to Live) = OK

Différents protocoles réseau bénéficient de différents paramètres réseau dans le registre Windows. Les paramètres TCP optimaux pour les modems câble semblent être différents des paramètres par défaut de Windows. Par conséquent, chaque système d'exploitation possède des informations spécifiques sur la manière d'optimiser le registre. Par exemple, Windows 98 et les versions ultérieures ont quelques améliorations dans la pile TCP/IP. Ceux-ci incluent :

- Support de grande fenêtre, tel que décrit dans le document [RFC1323](#)
- Prise en charge des accusés de réception sélectifs (SACK)
- Prise en charge de la retransmission et de la récupération rapides

La mise à jour de WinSock 2 pour Windows 95 prend en charge les grandes fenêtres TCP et les horodatages, ce qui signifie que vous pouvez utiliser les recommandations de Windows 98 si vous mettez à jour le socket Windows d'origine vers la version 2. Windows NT est légèrement différent de Windows 9x dans sa manière de gérer TCP/IP. Rappelez-vous que si vous appliquez les réglages de Windows NT, vous verrez moins d'amélioration que dans Windows 9x, simplement parce que NT est mieux optimisé pour le réseautage.

Cependant, pour changer le registre Windows, il faut posséder une certaine maîtrise de la personnalisation de Windows. Si vous ne vous sentez pas à l'aise avec la modification du registre, vous devrez télécharger un correctif « prêt à l'emploi » depuis Internet qui peut automatiquement ajuster le registre pour obtenir les valeurs optimales. Pour modifier le registre, vous devez utiliser un éditeur, tel que Regedit (choisissez **START > Run** et tapez **Regedit** dans le champ **Open**).

## Mesures favorables

### Détermination du débit

De nombreux facteurs peuvent affecter le débit de données :

- le nombre total d'utilisateurs
- les goulots d'étranglement
- les services utilisés
- l'utilisation d'un serveur cache
- l'efficacité de la couche MAC
- le bruit et les erreurs sur l'installation de câblage
- beaucoup d'autres facteurs, tels que les contraintes du pilote TCP/IP de Windows

Plus il y a d'utilisateurs qui se partagent le même canal, plus le service ralentit. De plus, le goulot d'étranglement pourrait être le site Web auquel vous accédez, et non votre réseau. À ce sujet, les courriels et la navigation sur le Web sont très inefficaces matière de débit. Si la diffusion en flux continu est utilisée, beaucoup plus de cases horaires seront nécessaires.

Vous pouvez utiliser un serveur proxy pour mettre en cache certains sites fréquemment téléchargés sur un ordinateur qui se trouve dans votre réseau local, afin de réduire le trafic sur Internet.

Bien que le système de réservation et d'attribution soit le système préféré pour les modems DOCSIS, il y a des contraintes sur le débit. Ce schéma est beaucoup plus efficace pour un usage résidentiel que pour un sondage ou un simple CSMA/CD.

## Accroître la vitesse d'accès

De nombreux systèmes réduisent le ratio foyers par nœud de 1000 à 500 à 250 pour passer à un réseau optique passif (ROP) ou de fibre optique jusqu'au domicile (FTTH). Le ROP, s'il est conçu correctement, pourrait transporter jusqu'à 60 connexions par nœud, sans aucun actif attaché. Le FTTH est testé dans certaines régions, mais son coût reste très prohibitif pour la plupart des utilisateurs. Cela pourrait même être pire, si vous diminuez le nombre de foyers par nœud tout en combinant les récepteurs dans la tête de réseau. Deux récepteurs à fibre optique sont pires qu'un, mais moins il y a de foyers par fibre, moins vous risquez d'être victime d'un écrêtage laser à l'entrée.

La technique de segmentation la plus évidente consiste à ajouter plus d'équipement de fibre optique. Certaines conceptions plus récentes réduisent leur portée à de 50 à 150 foyers par nœud. Il ne sert à rien de diminuer le nombre de foyers par nœud si vous les combinez à nouveau dans la tête de réseau de toute façon. Si deux liaisons optiques de 500 foyers par nœud sont combinées dans la tête de réseau et partagent le même port amont CMTS, cela pourrait être pire que si une liaison optique de 1000 foyers par nœud était utilisée.

Souvent, le lien optique est le facteur limitant du bruit, même avec la multitude d'actifs qui retournent un signal. Vous devez segmenter le service, pas seulement le nombre de foyers par nœud. Il en coûtera plus cher de réduire le nombre de foyers par port ou service CMTS, mais cela atténuera ce goulot d'étranglement en particulier. Ce qu'il y a de bien avec moins de foyers par nœud, c'est qu'il y a moins de bruit et d'infiltrations, ce qui peut causer un écrêtage laser, et il est plus facile de segmenter vers moins de ports amont plus tard.

DOCSIS a spécifié deux schémas de modulation pour les liaisons montantes et descendantes et cinq largeurs de bande différentes à utiliser en liaison montante. Les différents taux de symboles sont 0,16, 0,32, 0,64, 1,28 et 2,56 Msymboles/s avec différents schémas de modulation, tels que MDPQ ou MAQ-16. Cela permet de choisir le débit requis en fonction de la robustesse requise pour le système de retour utilisé. DOCSIS 2.0 a ajouté encore plus de souplesse, qui sera développée plus loin dans ce document.

Il y a aussi la possibilité de sauter en fréquence, ce qui permet à un « non-communicateur » de passer (sauter) à une fréquence différente. La contrainte ici est qu'une plus grande redondance de bande passante doit être assignée et que l'autre fréquence doit être propre avant que le saut ne soit fait. Certains fabricants configurent leurs modems pour « regarder avant de sauter ».

Au fur et à mesure que la technologie deviendra plus avancée, on trouvera des moyens de compresser plus efficacement ou d'envoyer de l'information avec un protocole plus avancé qui est soit plus robuste, soit moins gourmand en bande passante. Cela pourrait impliquer l'utilisation du provisionnement DOCSIS 1.1 QoS, la suppression de l'en-tête de la charge utile (PHS) ou les fonctionnalités DOCSIS 2.0.

Il y a toujours une relation d'échange entre la robustesse et le débit. La vitesse que vous obtenez d'un réseau est généralement liée à la bande passante utilisée, aux ressources allouées, à la robustesse aux interférences et au coût.

## Largeur et modulation des canaux

Il semblerait que le débit montant soit limité à environ 3 Mb/s, en raison de la latence DOCSIS expliquée précédemment. Il semblerait également qu'il importe peu que vous augmentiez la bande passante montante à 3,2 MHz ou la modulation à MAQ-16, ce qui donnerait un débit théorique de 10,24 Mb/s. Une augmentation de la largeur de bande et de la modulation du canal n'augmente pas sensiblement les taux de transfert par modem, mais elle permet à un plus grand nombre de modems de transmettre sur le canal. N'oubliez pas que le lien montant est un support de résolution de conflit fondé sur l'AMRT où les cases horaires sont attribuées par le CMTS. Plus de canaux BP signifie plus de bits par seconde en amont, ce qui signifie que plus de modems peuvent être pris en charge. Par conséquent, il est important d'augmenter la bande passante du canal montant. De plus, rappelez-vous qu'un paquet de 1518 octets ne prend que 1,2 ms de temps de connexion montant et aide la latence TAR.

Vous pouvez également changer la modulation descendante à la MAQ-256, ce qui augmente le débit descendant total de 40 % et diminue le délai d'entrelacement pour les performances en amont. Gardez à l'esprit, cependant, que vous déconnecterez temporairement tous les modems du système lorsque vous effectuerez ce changement.

**Attention :** Il faut faire preuve d'une extrême prudence avant de modifier la modulation DS. Vous devriez faire une analyse approfondie du spectre descendant, pour vérifier si votre système peut supporter un signal la MAQ-256. Si vous ne le faites pas, vous risquez de réduire considérablement les performances de votre réseau câblé.

**Attention :** Émettez la [modulation descendante du câble {64qam | 256qam}](#) pour modifier la modulation DS en 256-QAM :

```
VXR(config)# interface cable 3/0
```

```
VXR(config-if)# cable downstream modulation 256qam
```

Pour en savoir plus sur les profils modulation aux états-UNIS et optimisation du chemin de retour, reportez-vous à [Comment Augmenter Retourner Chemin Disponibilité et Débit](#) . Également faire référence [Configuration Câble Modulation Profils sur de Cisco CMTS](#) . Changement uw8 à uw16 du Court et Long Intervalle Utilisation Codes (IUC), dans la valeur par défaut de mélanger profil.

**Attention :** Avant d'augmenter la largeur du canal ou de modifier la modulation US, il faut faire preuve d'une extrême prudence. Vous devriez faire une analyse approfondie du spectre montant à l'aide d'un analyseur de spectre, afin de trouver une bande suffisamment large qui a un rapport porteuse/bruit (CNR) adéquat pour supporter une MAQ-16. Si vous ne le faites pas, vous risquez de dégrader gravement les performances de votre réseau câblé ou d'entraîner une panne totale en liaison montante.

**Avertissement :** Exécutez la commande [cable amont channel-width pour augmenter la largeur du canal US](#) :

```
VXR(config-if)# cable upstream 0 channel-width 3200000
```

Reportez-vous au document « [Advanced Spectrum Management](#) ».

## [Effet d'entrelacement](#)

Les rafales de bruit électrique provenant des alimentations de l'amplificateur et des services

publics sur la liaison descendante peuvent provoquer des erreurs dans les blocs. Cela peut causer des problèmes de qualité de débit plus graves que les erreurs qui sont propagées par les bruits thermiques. Afin de minimiser l'effet des erreurs de rafale, on utilise une technique connue sous le nom d'entrelacement, qui répartit les données dans le temps. Comme les symboles à l'extrémité d'émission sont entremêlés puis réassemblés à l'extrémité de réception, les erreurs apparaîtront de façon dispersée. Le FEC est très efficace contre une telle distribution d'erreurs. Les erreurs causées par une rafale d'interférences relativement longue peuvent être corrigées par FEC lorsque vous utilisez l'entrelacement. Comme la plupart des erreurs se produisent en rafales, c'est un moyen efficace d'améliorer le coefficient d'erreur.

**Remarque :** si vous augmentez la valeur d'interruptions FEC, vous ajoutez de la latence au réseau.

DOCSIS spécifie cinq niveaux différents d'entrelacement (EuroDOCSIS n'en a qu'un seul). 128:1 est la plus grande quantité d'entrelacement et 8:16 est la plus petite. 128:1 indique que 128 mots-codes composés de 128 symboles chacun seront mélangés sur une base de 1 pour 1. 8:16 indique que 16 symboles sont gardés en ligne par mot de code et sont mélangés avec 16 symboles de 7 autres mots de code.

Les valeurs possibles du temps de retard de l'entrelaceur en aval sont les suivantes, en microsecondes ( $\mu$ s ou usecs) :

I (nombre de connexions)	J (incrément)	MAQ-64	MAQ-256
8	16	220	150
16	8	480	330
32	4	980	680
64	2	2000	1400
128	1	4000	2800

L'entrelacement n'ajoute pas de surdébit comme FEC, mais ajoute de la latence, ce qui pourrait affecter la voix et la vidéo en temps réel. mais cela ajoute de la latence, ce qui pourrait affecter la voix et la vidéo en temps réel. Il augmente également le TAR pour les demandes et attributions, ce qui pourrait vous faire passer de chaque autre opportunité de MAP à chaque troisième ou quatrième MAP. C'est un effet secondaire, et c'est cet effet qui peut entraîner une diminution du débit de données de pointe en liaison montante. Par conséquent, vous pouvez légèrement augmenter le débit montant (en PPS par modem) lorsque la valeur est inférieure à la valeur par défaut de 32.

Pour contourner le problème du bruit impulsionnel, la valeur d'entrelacement peut être augmentée à 64 ou 128. Cependant, lorsque vous augmentez cette valeur, les performances (débit) peuvent se dégrader, mais la stabilité du bruit sera augmentée dans la liaison descendante. En d'autres mots, l'installation doit être entretenue correctement ou plus d'erreurs non corrigibles (paquets perdus) seront visibles dans la liaison descendante, à un point tel que les modems commenceront à perdre leur connectivité et qu'il y aura plus de retransmission. ou plus d'erreurs non correctes (paquets perdus) dans le DS seront vues, à un point où les modems commencent à perdre la connectivité et il y a plus de retransmission.

Lorsque vous augmentez le coefficient d'entrelacement pour compenser un canal descendant bruyant, vous devez tenir compte d'une diminution du débit montant de pointe du modem câble. Dans la plupart des cas résidentiels, ce n'est pas un problème, mais il ne faut pas l'oublier. Si

vous passez au coefficient maximal d'entrelacement (128:1 à 4 ms), cela aura un impact négatif significatif sur le débit montant.

**Remarque** : le délai est différent pour 64-QAM et 256-QAM.

Vous pouvez exécuter la commande [cable downstream interleave-depth {8 | 16 | 32 | 64 | 128}](#) .  
Voici un exemple qui réduit le coefficient d'entrelacement à 8 :

```
VXR(config-if)# cable downstream interleave-depth 8
```

**Attention** : Cette commande déconnecte tous les modems du système, lorsqu'elle est implémentée.

Pour la robustesse au bruit montant, les modems DOCSIS permettent une FEC variable ou pas de FEC. Lorsque vous désactivez la FEC montante, vous vous débarrasserez d'une partie du surdébit et permettrez le passage d'un plus grand nombre de paquets, mais au détriment de la robustesse au bruit. Il est également avantageux d'avoir différentes quantités de FEC associées au type de rafale. La rafale est-elle destinée aux données ou à l'entretien du poste? Le paquet de données est-il composé de 64 ou de 1518 octets? Vous voudrez peut-être plus de protection pour les paquets plus volumineux. Il y a aussi un point de diminution des rendements. Ainsi, un changement de 7 % à 14 % de FEC n'augmenterait la robustesse de seulement 0,5 dB. par exemple, un changement de 7 % à 14 % de FEC pourrait seulement donner 0,5 dB de plus en robustesse.

Il n'y a pas d'entrelacement montant actuellement, parce que la transmission est en rafales et qu'il n'y a pas suffisamment de latence dans une rafale pour soutenir l'entrelacement. Certains fabricants de puces ajoutent cette fonctionnalité afin de supporter DOCSIS 2.0, ce qui pourrait avoir un impact énorme, si l'on considère tous les bruits impulsionsnels des appareils ménagers. L'entrelacement montant permettra au FEC d'être plus efficace.

## Avancement MAP dynamique

L'avancement MAP dynamique est un algorithme qui ajuste automatiquement le temps d'anticipation dans les MAP en fonction du modem le plus éloigné associé à un port amont particulier, ce qui peut améliorer de manière significative le débit par modem sur les liaisons montantes. Dynamic Map Advance est un algorithme qui règle automatiquement le délai d'attente dans les MAP en fonction du CM le plus éloigné associé à un port américain particulier.

Reportez-vous à [Câbles de Carte Advance \(Dynamique ou Statique?\) pour une explication détaillés de la Carte Advance.](#)

Pour voir si l'avance de la carte est dynamique, émettez la commande [show controllers cable slot/port amont port :](#)

```
Ninetail# show controllers cable 3/0 upstream 1
```

```
Cable3/0 Upstream 1 is up
Frequency 25.008 MHz, Channel Width 1.600 MHz, QPSK Symbol Rate 1.280 Msps
Spectrum Group is overridden
BroadCom SNR_estimate for good packets - 28.6280 dB
Nominal Input Power Level 0 dBmV, Tx Timing Offset 2809
Ranging Backoff automatic (Start 0, End 3)
```



```
Ranging Insertion Interval automatic (60 ms)
Tx Backoff Start 0, Tx Backoff End 4
Modulation Profile Group 1
Concatenation is enabled
Fragmentation is enabled
part_id=0x3137, rev_id=0x03, rev2_id=0xFF
nb_agc_thr=0x0000, nb_agc_nom=0x0000
Range Load Reg Size=0x58
Request Load Reg Size=0x0E
Minislot Size in number of Timebase Ticks is = 8
Minislot Size in Symbols = 64
Bandwidth Requests = 0xE224
Piggyback Requests = 0x2A65
Invalid BW Requests= 0x6D
Minislots Requested= 0x15735B
Minislots Granted = 0x15735F
Minislot Size in Bytes = 16
Map Advance (Dynamic) : 2454 usecs
UCD Count = 568189
DES Ctrl Reg#0 = C000C043, Reg#1 = 17
```

Si vous passez à un coefficient d'entrelacement de 8, comme mentionné précédemment, vous pouvez réduire davantage l'avancement MAP car elle a moins de latence descendante.

## [Effet de concaténation et de fragmentation](#)

DOCSIS 1.1 et certains équipements 1.0 actuels prennent en charge une nouvelle fonctionnalité appelée concaténation. La fragmentation est également prise en charge dans DOCSIS 1.1. La concaténation permet de combiner plusieurs petites trames DOCSIS en une seule trame plus grande et de les envoyer avec une seule requête.

Étant donné que le nombre d'octets demandé a un maximum de 255 mini-lots et qu'il y a généralement 8 ou 16 octets par mini-lot, le nombre maximum d'octets qui peuvent être transférés dans un intervalle de transmission montant est d'environ 2040 ou 4080 octets. Cette valeur comprend tout le surdébit du FEC et de la couche physique. Ainsi, la rafale maximale réelle pour la trame Ethernet est plus proche de 90 pour cent de cette valeur, et cela n'a aucune incidence sur une attribution fragmentée. Si vous utilisez la MAQ-16 à 3,2 MHz et 2 mini-lots, le mini-lot sera de 16 octets. La limite est donc de  $16 \times 255 = 4080$  octets – 10 % de surdébit de la couche physique =  $\sim 3672$  octets. Pour concaténer encore plus, vous pouvez changer le mini-lot à 4 ou 8 tics et régler la rafale de concaténation maximale à 8160 ou 16 320.

Une mise en garde s'impose : la rafale minimale sera de 32 ou 64 octets, et cette granularité plus grossière lorsque les paquets sont coupés en mini-lots causera plus d'erreurs d'arrondissement.

À moins que la fragmentation ne soit utilisée, la rafale montante maximale doit être réglée à moins de 4 000 octets pour les cartes MC28C ou MC16x dans un châssis VXR. Réglez également la rafale maximale à moins de 2000 octets pour les modems DOCSIS 1.0 si vous utilisez la VoIP, car ces modems ne peuvent pas faire la fragmentation, et 2000 octets est trop long pour qu'un flux UGS puisse le contourner, de sorte que vous pourriez obtenir un vacillement vocal. Ceci est dû au fait que les modems 1.0 ne peuvent pas faire de fragmentation, et que 2000 octets sont trop longs pour qu'un flux UGS puisse transmettre correctement autour, afin que vous puissiez obtenir la gigue vocale.

Par conséquent, bien que la concaténation ne soit pas trop utile pour les paquets volumineux, c'est un excellent outil pour tous ces courts accusés TCP. Si vous autorisez plusieurs paquets par opportunité de transmission, la concaténation augmente la valeur PPS de base de ce multiple.

Lorsque les paquets sont concaténés, le temps de sérialisation d'un paquet plus gros prend plus de temps et affecte les TAR et PPS. Ainsi, si vous obtenez normalement 250 PPS pour des paquets de 1518 octets, il tombera inévitablement lorsque vous les concaténerez, mais vous avez plus d'octets totaux par paquet concaténé à traiter. mais maintenant, vous avez plus d'octets par paquet concaténé. Si vous pouviez concaténer quatre paquets de 1518 octets, il faudrait au moins 3,9 ms pour envoyer une MAQ-16 à 3,2 MHz. Le délai d'entrelacement et de traitement des liaisons descendantes sera ajouté, et les MAP descendants pourraient n'être que toutes les 8 ms environ. Le PPS tomberait à 114, mais maintenant vous avez 4 paquets concaténés qui font paraître les PPS à 456, ce qui donne un débit de  $456 \times 8 \times 1518 = 5,5 \text{ Mb/s}$ . cela donne un débit de  $456 \times 8 \times 1518 = 5,5 \text{ Mbits/s}$ . Prenons l'exemple d'un jeu vidéo où la concaténation pourrait permettre d'envoyer de nombreux accusés de réception montants avec une seule requête, ce qui rendrait les flux TCP descendants plus rapides. Supposons que le fichier de configuration DOCSIS de ce modem est réglé à une rafale montante maximale de 2000 octets et que le modem prend en charge la concaténation; le modem pourrait théoriquement concaténer 31 accusés de réception de 64 octets. le CM pourrait théoriquement concaténer trente et un paquets de 64 octets. Comme ce gros paquet total prendra un certain temps à transmettre du modem au CMTS, le PPS diminuera en conséquence. Au lieu de 234 PPS avec de petits paquets, il sera plus proche de 92 PPS pour les plus gros paquets.  $92 \text{ PPS} \times 31 \text{ accusés de réception} = 2852 \text{ PPS}$ , potentiellement. Cela équivaut à des paquets descendants d'environ  $512 \text{ octets} \times 8 \text{ bits par octet} \times 2 \text{ paquets par accusé} \times 2852 \text{ accusés par seconde} = 23,3 \text{ Mb/s}$ . Cependant, la plupart des modems auront un débit beaucoup plus lent que cela.

En liaison montante, le modem aurait théoriquement  $512 \text{ octets} \times 8 \text{ bits par octet} \times 110 \text{ PPS} \times 3 \text{ paquets concaténés} = 1,35 \text{ Mb/s}$ . Ces résultats sont bien meilleurs que ceux obtenus sans concaténation. L'arrondissement des mini-lots est encore pire quand il s'agit d'un fragment, car chaque fragment aura sera arrondi.

**Remarque** : Il y avait un problème plus ancien de Broadcom où il ne concaténait pas deux paquets, mais il pouvait en faire trois.

Pour profiter de l'avantage de la concaténation, vous devrez exécuter la version 12.1(1)T ou 12.1(1)EC ou ultérieure du logiciel Cisco IOS. Si possible, essayez d'utiliser des modems de type Broadcom 3300. Pour vous assurer qu'un modem prend en charge la concaténation, exécutez la commande **show cable modem detail**, [show cable modem mac](#), ou [show cable modem verbose](#) par le CMTS.

```
VXR# show cable modem detail
```

Interface	SID	MAC address	Max CPE	Concatenation	Rx SNR
Cable6/1/U0	2	0002.fdfa.0a63	1	yes	33.26

Pour activer ou désactiver la concaténation, exécutez la commande [\[no\] cable upstream n concatenation](#), où n indique le numéro de port amont. Les valeurs valides commencent par 0 pour le premier port amont de la carte de ligne d'interface de câble.

**Remarque** : Reportez-vous à [Historique du paramètre de rafale ascendante maximale](#) pour plus d'informations sur DOCSIS 1.0 versus 1.1 et sur le problème de concaténation avec les paramètres de taille de rafale maximale. Gardez également à l'esprit que les modems doivent être redémarrés pour que les changements prennent effet.

## [Vitesses de transmission par modem unique](#)

Si l'objectif est de concaténer de grandes images et d'atteindre les meilleures vitesses par modem

possibles, vous pouvez changer le mini-lot à 32 octets, pour permettre une rafale maximale de 8160. Cela signifie que le plus petit paquet envoyé sera de 32 octets, ce qui est un désavantage pour les petits paquets montants, tels que les requêtes, qui ne font que 16 octets de longueur. Cela n'est pas très efficace pour les petits paquets américains, tels que les requêtes, qui ne font que 16 octets de longueur. Parce qu'une demande se trouve dans la région conflictuelle, si elle est agrandie, il y a un plus grand risque de collision. Cela ajoute également plus d'erreurs d'arrondissement lorsqu'il découpe les paquets en mini-lots.

Le fichier de configuration DOCSIS de ce modem devra avoir un réglage de rafale de trafic maximale et de rafale de concaténation maximale d'environ 6100. Ceci permettrait de concaténer quatre trames de 1518 octets. Le modem devrait également supporter la fragmentation, pour la décomposer en morceaux plus faciles à gérer. Étant donné que la requête suivante est généralement jumelée et sera dans le premier fragment, le modem pourrait obtenir des taux de PPS encore meilleurs que prévu. Chaque fragment prendra moins de temps à sérialiser que si le modem essayait d'envoyer un long paquet concaténé.

Quelques réglages qui peuvent affecter la vitesse par modem doivent être expliqués. La rafale de trafic maximale est utilisée pour les modems 1.0, et elle devrait être réglée sur 1522. Certains modems ont besoin que ce chiffre soit supérieur à 1600, parce qu'ils incluent du surdébit qui ne devrait pas l'être. La rafale de concaténation maximale touche les modems 1.1 qui peuvent aussi fragmenter, de sorte qu'ils peuvent concaténer de nombreuses trames avec une seule requête tout en fragmentant en paquets de 2000 octets pour des usages VoIP. Il se peut que les valeurs pour la rafale de trafic maximale et la rafale de concaténation maximale doivent être les mêmes, car certains modems ne pourront pas se connecter en ligne autrement.

Une commande dans le CMTS qui pourrait avoir un effet est celle pour le [cable upstream n rate-limit token-bucket shaping](#). Cette commande aide à contrôler les modems qui ne peuvent pas le faire automatiquement en raison des réglages de leur fichier de configuration. Ce contrôle pourrait retarder les paquets, alors désactivez cette fonction si vous soupçonnez qu'elle limite le débit. Cela pourrait avoir quelque chose à voir d'utiliser la même valeur pour la rafale de trafic maximale et la rafale de concaténation maximale, donc plus de tests pourraient être justifiés.

Toshiba n'a pas besoin de concaténation ni de fragmentation, car ils n'utilisent pas de puces Broadcom dans leurs modems. Ils utilisaient des puces Libit précédemment, et ils utilisent des puces TI dans leurs modems depuis le PCX2200. Toshiba envoie également la demande suivante avant l'octroi d'une attribution, afin d'obtenir des PPS plus rapides. Cela fonctionne bien, à l'exception du fait que la demande n'est pas jumelée et qu'elle sera dans une case conflictuelle qui pourrait être abandonnée lorsque plusieurs modems sont sur la même liaison montante. il pourrait être abandonné lorsque de nombreux CM sont sur le même territoire américain.

La commande [cable default-phy-burst](#) permet à un CMTS de mettre à niveau le logiciel DOCSIS 1.0 IOS vers le code 1.1 sans échec d'enregistrement. Généralement, le fichier de configuration DOCSIS a une valeur par défaut de 0 ou vide pour la rafale de trafic maximale, ce qui provoquerait l'échec de modems avec rejet(c) lors de leur enregistrement. Il s'agit d'un CoS de rejet, car 0 signifie une rafale maximale illimitée, ce qui n'est pas permis avec le code 1.1 (à cause des services VoIP et du délai maximal, de la latence et du vacillement). Cette **commande remplace le réglage 0 du fichier de configuration DOCSIS, et le plus petit des deux nombres a la priorité**. Le réglage par défaut est 2000 et le maximum est maintenant 8000, ce qui permettra de concaténer cinq images de 1518 octets. Il peut être mis à 0 pour l'éteindre :

```
cable default-phy-burst 0
```

## Quelques recommandations pour les tests de vitesse par modem

1. Utilisez l'accès multiple à répartition dans le temps avancé (AMRT-A) en liaison montante pour la MAQ-64 à 6,4 MHz.
2. Utilisez un mini-lot de 2. La limite DOCSIS est de 255 mini-lots par rafale, soit  $255 \times 48$  octets par mini-lot = 12 240 rafales maximum  $\times 90 \% = \sim 11\ 000$  octets.
3. Utilisez un modem qui peut fragmenter et concaténer et qui dispose d'une connexion FastEthernet duplex intégral.
4. Définissez le fichier de configuration DOCSIS sans minimum, mais avec une limite inférieure et supérieure de 20 Mo.
5. Désactivez la mise en forme du godet à jeton avec limite de débit montant.
6. Exécutez la commande [cable upstream n data-backoff 3 5](#).
7. Réglez les valeurs rafale de trafic maximale et rafale de concaténation maximale à 11 000 octets.
8. Utilisez la MAQ-256 et un entrelacement de 16 sur la liaison descendante (essayez aussi 8). Cela donne moins de temps pour les MAP.
9. Exécutez la commande [cable map-advance dynamic 300 1000](#).
10. Utilisez une image de la version du logiciel IOS 15(BC2) qui se fragmente correctement et exécutez la commande [cable upstream n fragment-force 2000 5](#).
11. Poussez le trafic UDP dans le modem et augmentez-le jusqu'à ce que vous trouviez un maximum.
12. Si vous poussez le trafic TCP, utilisez plusieurs ordinateurs reliés à un seul modem câble.

## Résultats

- Le Terayon TJ735 a obtenu 15,7 Mb/s. C'est probablement une bonne vitesse puisqu'il y a moins d'octets par trame concaténée et d'un meilleur CPU. Il semble avoir un en-tête de concaténation de 13 octets pour la première trame et des en-têtes de 6 octets après, avec des en-têtes de fragments de 16 octets et une rafale interne maximale de 8200 octets.
- Le SB5100 de Motorola a obtenu 18 Mb/s. Il a également obtenu 19,7 Mb/s avec des paquets de 1418 octets et un entrelacement de 8 en liaison descendante.
- Le Toshiba PCX2500 a obtenu 8 Mb/s, parce qu'il semble avoir une rafale interne maximale de 4000 octets.
- Le Ambit a obtenu les mêmes résultats que Motorola : 18 Mb/s. 18 Mbit/s.
  
- Certains des débits obtenus peuvent baisser lorsqu'ils sont en concurrence avec le trafic d'autres modems.
- Assurez-vous donc que les modems 1.0 (qui ne peuvent pas se fragmenter) ont une rafale maximale inférieure à 2000.
- Les modems câble Motorola et Ambit ont obtenu 27,2 Mb/s à 98 pour cent d'utilisation en liaison montante.

## Nouvelle commande pour les fragments

[cable upstream n fragment-force fragment-threshold number-of-fragments](#)

Paramètre	Description
<i>n</i>	Indique le numéro de port amont. Les valeurs valides commencent par 0 pour le premier port en amont de la carte de ligne d'interface de câble.
<i>seuil de fragmentation</i>	Le nombre d'octets qui déclencheront la fragmentation. La plage valide est de 0 à 4000, avec une valeur par défaut de 2000 octets.
<i>nombre de fragments</i>	Le nombre de fragments de taille égale créés à partir d'une trame. La plage valide est de 1 à 10, avec une valeur par défaut de 3 fragments.

## Avantages de DOCSIS 2.0

DOCSIS 2.0 n'a apporté aucun changement en liaison descendante, mais en a ajouté beaucoup en liaison montante. La norme avancée pour la couche physique dans DOCSIS 2.0 comporte ces ajouts :

- Modulations MAQ-8, MAQ-32 et MAQ-64
- Largeur de canal de 6,4 MHz
- Jusqu'à 16 T octets de FEC

Il permet également 24 prises de pré-égalisation dans les modems et l'entrelacement montant. Cela ajoute de la robustesse aux réflexions, à l'inclinaison dans le canal, aux retards de groupe et au bruit en rafale montant. De plus, l'égalisation à 24 prises dans le CMTS aidera les anciens modems DOCSIS 1.0. DOCSIS 2.0 ajoute également l'utilisation de la S-CDMA et de l'AMRT-A.

Une plus grande efficacité spectrale avec la MAQ-64 permet une meilleure utilisation des canaux existants et une plus grande capacité. Cela permet d'obtenir un débit plus élevé en liaison montante et des vitesses par modem légèrement supérieures avec un meilleur PPS. L'utilisation de la MAQ-64 à 6,4 MHz permettra d'envoyer de gros paquets au CMTS beaucoup plus rapidement que d'habitude, de sorte que le temps de sérialisation sera faible et créera un meilleur PPS. Des canaux plus larges créent un meilleur multiplexage statistique.

Le pic théorique que vous pouvez obtenir avec l'AMRT-A est d'environ 27 Mb/s environ (total). Cela dépend du surdébit, de la taille des paquets, etc. Gardez à l'esprit qu'un changement vers un plus grand débit global permet à plus de personnes de partager, mais n'améliore pas nécessairement la vitesse par modem.

Si vous exécutez l'AMRT-A en liaison montante, ces paquets seront beaucoup plus rapides. La MAQ-64 à 6,4 MHz en liaison montante permettra aux paquets concaténés d'être sérialisés plus rapidement et d'obtenir un meilleur PPS. Si vous utilisez un mini-lot de 2 tics avec l'AMRT-A, vous obtenez 48 octets par mini-lot, soit  $48 \times 255 = 12240$  comme rafale maximale par requête. Une MAQ-64 à 6,4 MHz avec 2 mini-lots à 2 tics, 10 000 rafales de concaténation maximales et 300 avancements MAP dynamiques donne environ 15 Mb/s.

Toutes les applications courantes de DOCSIS 2.0 utilisent l'annulation d'entrée, bien que cela ne fasse pas partie de DOCSIS 2.0. Cela rend le service plus robuste contre les contraintes les plus importantes de l'installation, donne accès aux parties inutilisées du spectre et assure un minimum pour les services cruciaux.

## Autres facteurs

Il y a d'autres facteurs qui peuvent affecter directement la performance de votre réseau câblé : le profil de QoS, le bruit, les restrictions de débit, la combinaison de nœuds, la surutilisation, etc. La plupart d'entre eux sont discutés en détail dans le document « [Troubleshooting Slow Performance in Cable Modem Networks](#) ».

Il y a aussi des contraintes qui ne sont pas évidentes. Le modem câble peut avoir une restriction de l'unité centrale ou une connexion Ethernet semi-duplex vers l'ordinateur. Selon la taille des paquets et le flux de trafic bidirectionnel, il pourrait s'agir d'un goulot d'étranglement insoupçonné.

## Vérification du débit

Exécutez la commande [show cable modem](#) pour son interface associée.

```
ubr7246-2# show cable modem cable 6/0
```

MAC Address	IP Address	I/F	MAC State	Prim Sid	RxPwr (db)	Timing Offset	Num CPE	BPI Enb
00e0.6f1e.3246	10.200.100.132	C6/0/U0	online	8	-0.50	267	0	N
0002.8a8c.6462	10.200.100.96	C6/0/U0	online	9	0.00	2064	0	N
<b>000b.06a0.7116</b>	<b>10.200.100.158</b>	<b>C6/0/U0</b>	<b>online</b>	<b>10</b>	<b>0.00</b>	<b>2065</b>	<b>0</b>	<b>N</b>

Exécutez la commande [show cable modem mac](#) pour voir les capacités du modem. Ceci affiche ce que le modem *peut faire*, pas nécessairement ce qu'il fait.

```
ubr7246-2# show cable modem mac | inc 7116
```

MAC Address	MAC State	Prim Sid	Ver	QoS Prov	Frag	Concat	PHS	Priv	DS	US
000b.06a0.7116	online	10	<b>DOC2.0</b>	DOC1.1	<b>yes</b>	<b>yes</b>	yes	BPI+	0	4

Exécutez la commande [show cable modem phy](#) pour voir les attributs de la couche physique du modem. Certains de ces renseignements sera seulement en présent si à **distance-requête est configuré sur la CMTS**.

```
ubr7246-2# show cable modem phy
```

MAC Address	I/F	Sid	USPwr (dBmV)	USSNR (dBmV)	Timing Offset (dBc)	MicroReflec (dBc)	DSPwr (dBmV)	DSSNR (dBmV)	Mode
000b.06a0.7116	C6/0/U0	10	49.07	<b>36.12</b>	2065	46	0.08	41.01	<b>atdma</b>

Exécutez la commande [show controllers cable slot/port amont port pour afficher les paramètres américains actuels du modem](#).

```
ubr7246-2# show controllers cable 6/0 upstream 0
```

```
Cable6/0 Upstream 0 is up
Frequency 33.000 MHz, Channel Width 6.400 MHz, 64-QAM Sym Rate 5.120 Msps
This upstream is mapped to physical port 0
Spectrum Group is overridden
US phy SNR_estimate for good packets - 36.1280 dB
```



```

Nominal Input Power Level 0 dBmV, Tx Timing Offset 2066
Ranging Backoff Start 2, Ranging Backoff End 6
Ranging Insertion Interval automatic (312 ms)
Tx Backoff Start 3, Tx Backoff End 5
Modulation Profile Group 243
Concatenation is enabled
Fragmentation is enabled
part_id=0x3138, rev_id=0x02, rev2_id=0x00
nb_agc_thr=0x0000, nb_agc_nom=0x0000
Range Load Reg Size=0x58
Request Load Reg Size=0x0E
Minislot Size in number of Timebase Ticks is = 2
Minislot Size in Symbols = 64
Bandwidth Requests = 0x7D52A
Piggyback Requests = 0x11B568AF
Invalid BW Requests= 0xB5D
Minislots Requested= 0xAD46CE03
Minislots Granted = 0x30DE2BAA
Minislot Size in Bytes = 48
Map Advance (Dynamic) : 1031 usecs
UCD Count = 729621
ATDMA mode enabled

```

Exécutez la commande [show interface cable slot/port service-flow](#) pour afficher les flux de service du modem.

```
ubr7246-2# show interface cable 6/0 service-flow
```

Sfid	Sid	Mac Address	QoS	Param	Index	Type	Dir	Curr	Active
			Prov	Adm	Act			State	Time
18	N/A	00e0.6f1e.3246	4	4	4	prim	DS	act	12d20h
17	8	00e0.6f1e.3246	3	3	3	prim	US	act	12d20h
20	N/A	0002.8a8c.6462	4	4	4	prim	DS	act	12d20h
19	9	0002.8a8c.6462	3	3	3	prim	US	act	12d20h
<b>22</b>	<b>N/A</b>	<b>000b.06a0.7116</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>prim</b>	<b>DS</b>	<b>act</b>	<b>12d20h</b>
<b>21</b>	<b>10</b>	<b>000b.06a0.7116</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>prim</b>	<b>US</b>	<b>act</b>	<b>12d20h</b>

Exécutez la commande **show interface cable slot/port service-flow sfid verbose** pour voir le flux de service pour un modem en particulier. Ceci affichera le débit actuel en liaison montante ou descendante et les paramètres du fichier de configuration du modem.

```
ubr7246-2# show interface cable 6/0 service-flow 21 verbose
```

```

Sfid : 21
Mac Address : 000b.06a0.7116
Type : Primary
Direction : Upstream
Current State : Active
Current QoS Indexes [Prov, Adm, Act] : [3, 3, 3]
Active Time : 12d20h
Sid : 10
Traffic Priority : 0
Maximum Sustained rate : 21000000 bits/sec
Maximum Burst : 11000 bytes
Minimum Reserved Rate : 0 bits/sec
Admitted QoS Timeout : 200 seconds
Active QoS Timeout : 0 seconds
Packets : 1212466072
Bytes : 1262539004

```

```
Rate Limit Delayed Grants      : 0
Rate Limit Dropped Grants     : 0
Current Throughput            : 12296000 bits/sec, 1084 packets/sec
Classifiers                   : NONE
```

Assurez-vous qu'il n'y a pas de paquets retardés ou abandonnés.

Exécutez la commande [show cable hop](#) pour vérifier qu'il n'y a pas d'erreurs FEC non corrigibles.

```
ubr7246-2# show cable hop cable 6/0
```

Upstream Port	Port Status	Poll Rate (ms)	Missed Poll Count	Min Poll Sample	Missed Poll Pcnt	Hop Thres	Hop Period (sec)	Corr FEC Errors	Uncorr FEC Errors
Cable6/0/U0	33.000 Mhz	1000	* * *	*set to fixed frequency	* * *			0	0
Cable6/0/U1	admindown	1000	* * *	frequency not set	* * *			0	0
Cable6/0/U2	10.000 Mhz	1000	* * *	*set to fixed frequency	* * *			0	0
Cable6/0/U3	admindown	1000	* * *	frequency not set	* * *			0	0

Si le modem laisse tomber des paquets, l'installation physique affecte le débit et doit être réparée.

## Résumé

Les sections précédentes du présent document mettent en lumière les lacunes lorsque vous ne considérez pas le contexte d'une valeur ni son impact sur les autres fonctions. Bien que vous puissiez ajuster un système pour obtenir une mesure de performance spécifique ou surmonter un problème de réseau, cela se fera au détriment d'une autre variable. Modifier les valeurs de MAP/s et d'entrelacement pourrait permettre d'obtenir un meilleur débit montant, mais au détriment du débit descendant ou de la robustesse. Réduire l'intervalle MAP ne fait pas beaucoup de différence dans un réseau et augmente simplement le surdébit pour l'unité centrale et la bande passante sur le CMTS et le modem. L'ajout d'une FEC montante augmente le surdébit montant. Il y a toujours un compromis entre le débit, la complexité, la robustesse et le coût.

Si le contrôle d'admission est utilisé en liaison montante, certains modems ne seront pas enregistrés lorsque l'allocation totale sera épuisée. Par exemple, si le lien montant atteint 2,56 Mb/s utiles et que la garantie minimale est fixée à 128 kb/s, seuls 20 modems pourront s'enregistrer en liaison montante si le contrôle d'accès est fixé à 100 %.

## Conclusion

Vous devez savoir à quel débit vous devez vous attendre pour déterminer la vitesse potentielle des abonnés. Une fois que vous avez déterminé ce qui est théoriquement possible, un réseau peut alors être conçu et géré pour répondre aux exigences d'un système de câblage dynamique. Ensuite, vous devez surveiller la charge de trafic réelle, afin de déterminer ce qui est transporté et quand une capacité supplémentaire est nécessaire pour réduire les goulots d'étranglement.

Le service et la perception de la disponibilité peuvent être des opportunités clés de différenciation pour l'industrie du câble si les réseaux sont déployés et gérés correctement. À mesure que les câblodistributeurs effectuent la transition vers des services multiples, les attentes des abonnés en matière d'intégrité de service se rapprochent du modèle établi par les services téléphoniques traditionnels. Avec ce changement, les câblodistributeurs doivent adopter de nouvelles approches et stratégies pour s'assurer que les réseaux répondent à ce nouveau paradigme. Les attentes et les exigences sont plus élevées maintenant que nous sommes une industrie des télécommunications et pas seulement des fournisseurs de divertissement.

Bien que DOCSIS 1.1 contienne des normes qui offrent des services avancés de qualité tels que la voix sur IP, le déploiement de services conformes à ces attentes sera un défi. Pour cette raison, il est impératif que les câblodistributeurs aient une compréhension approfondie des enjeux. Une approche globale du choix des composantes du système et des stratégies de réseau doit être élaborée pour assurer l'intégrité de nos services.

L'objectif est d'augmenter le nombre d'abonnés sans compromettre le service offert aux abonnés actuels. Si des contrats de niveau de service (SLA) garantissant un débit minimum par abonné sont proposés, l'infrastructure nécessaire à cette garantie doit être en place. L'industrie cherche également à servir les clients commerciaux et à ajouter des services vocaux. Au fur et à mesure que ces nouveaux marchés seront abordés et que des réseaux seront mis en place, il faudra adopter de nouvelles approches : des CMTS plus denses avec plus de ports, un CMTS distribué plus loin sur le terrain, ou quelque chose entre les deux (comme ajouter un lien résidentiel 10baseF).

Quel que soit l'avenir, il est certain que les réseaux deviendront plus complexes et que les défis techniques augmenteront. L'industrie de la câblodistribution ne sera en mesure de relever ces défis que si elle adopte des architectures et des programmes de soutien capables d'offrir le plus haut niveau d'intégrité de service en temps opportun.

## [Informations connexes](#)

- [Résolution des problèmes de performances dans les réseaux constitués de modems câbles](#)
- [Résolution des problèmes de mise en ligne des modems câble uBR](#)
- [Configuring Cable Modulation Profiles on Cisco's CMTS](#)
- [Résolution des problèmes de performances dans les réseaux constitués de modems câbles](#)
- [What is the Maximum Number of Users per CMTS?](#)
- [Cisco Cable/Broadband Software Center \( registered customers only\)](#)
- [Câble à large bande](#)
- [Support technique - Cisco Systems](#)