

# Architecture du routeur Internet de la gamme Cisco 12000 : Matrice de commutation

## Contenu

[Introduction](#)

[Conditions préalables](#)

[Conditions requises](#)

[Components Used](#)

[Conventions](#)

[Fond de panier](#)

[Matrice de commutation](#)

[Carte d'horloge et de planificateur \(CSC\)](#)

[Carte de matrice de commutation \(SFC\)](#)

[Redondance et bande passante](#)

[Conseils de dépannage des cartes de matrice de commutation](#)

[Conception de matrice de commutation](#)

[Cellules Cisco](#)

[Informations connexes](#)

## Introduction

Ce document examine certains composants matériels du routeur Internet de la gamme Cisco 12000, à savoir le fond de panier, la matrice de commutation, la carte CSC (Clock and Scheduler Card), la carte de matrice de commutation (SFC) et les cellules Cisco.

## Conditions préalables

### Conditions requises

Aucune spécification déterminée n'est requise pour ce document.

### Components Used

Les informations de ce document sont basées sur le routeur Internet de la gamme Cisco 12000.

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

Pour plus d'informations sur les conventions utilisées dans ce document, reportez-vous à [Conventions relatives aux conseils techniques Cisco](#).

## Fond de panier

Avant d'examiner la structure du commutateur Cisco 12000, examinons le fond de panier.

Les processeurs de routage Gigabit (GRP) et les cartes de ligne (LC) sont installés à l'avant du châssis et branchés sur un fond de panier passif. Ce fond de panier contient des lignes série qui relient toutes les cartes de ligne aux cartes de matrice de commutation, ainsi que d'autres connexions pour les fonctions d'alimentation et de maintenance. Sur les modèles 120xx, chaque logement de châssis de 2,5 Gbits/s dispose de quatre connexions de ligne série de 1,25 Gbits/s maximum, une à chacune des cartes de matrice de commutation pour fournir une capacité totale de 5 Gbits/s par logement ou 2,5 Gbits/s en mode bidirectionnel simultané. Sur les modèles 124xx, chaque logement de châssis de 10 Gbit/s utilise quatre ensembles de connexions de ligne série, fournissant à chaque logement une capacité de commutation de 20 Gbit/s en duplex intégral.

Tous les modèles de cartes de ligne disposent également d'une cinquième ligne série qui peut se connecter à une carte CSC (Clock and Scheduler Card) redondante.

## Matrice de commutation

Au coeur du routeur Internet de la gamme Cisco 12000 se trouve une matrice de commutation multigigabit à barres croisées optimisée pour fournir une commutation haute capacité à des débits gigabits. Le commutateur à barres croisées offre des performances élevées pour deux raisons :

- Les connexions des cartes de ligne vers une structure centralisée sont des liaisons point à point qui peuvent fonctionner à des vitesses très élevées
- Plusieurs transactions de bus peuvent être prises en charge simultanément, ce qui augmente la bande passante globale du système. La carte de matrice de commutation (SFC) reçoit les informations de planification et la référence de synchronisation de la carte CSC (Clock Scheduler Card) et exécute les fonctions de commutation. Vous pouvez imaginer la carte SFC comme une matrice NxN où N représente le nombre de logements.

Cette architecture permet à plusieurs cartes de ligne de transmettre et de recevoir des données simultanément. Le CSC est chargé de sélectionner les cartes de ligne qui transmettent et celles qui reçoivent des données au cours d'un cycle de fabric donné.

La matrice de commutation fournit un chemin physique pour le trafic suivant :

- Téléchargeur de fabric initial du processeur de routage (RP) aux cartes de ligne sous tension
- Mises à jour de Cisco Express Forwarding
- Statistiques des cartes de ligne
- Commutation de trafic

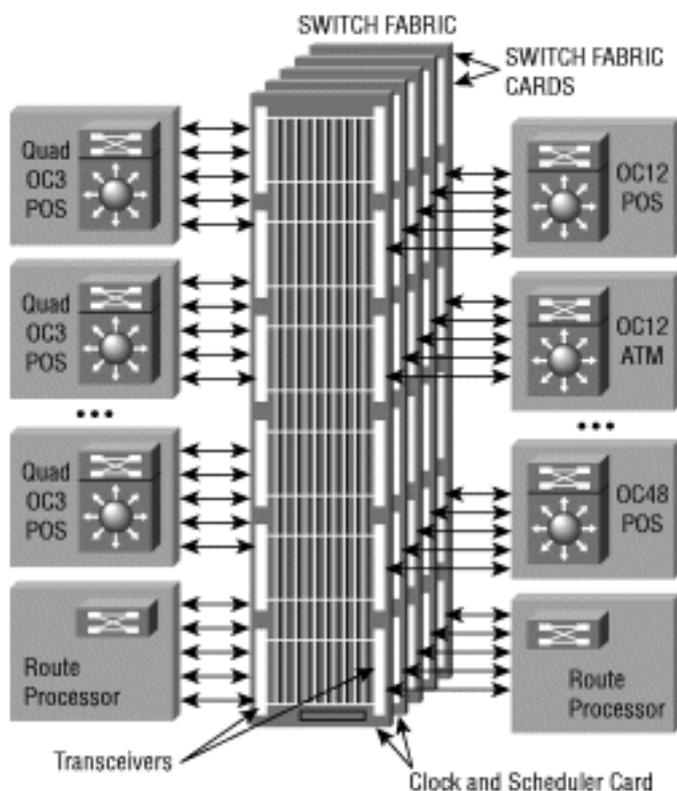
Ces fonctions sont décrites plus en détail ci-dessous.

La matrice de commutation est une matrice de commutation NxN non bloquante, où N représente le nombre maximal de LC pouvant être pris en charge dans le châssis (ceci inclut le GRP). Cela permet à chaque logement d'envoyer et de recevoir simultanément du trafic sur le fabric. Afin

d'avoir une architecture non bloquante permettant à plusieurs cartes de ligne d'envoyer simultanément à d'autres cartes de ligne, chaque LC a une file d'attente de sortie virtuelle N+1 (VOQ) (une pour chaque destination de carte de ligne possible et une pour la multidiffusion).

Lorsqu'un paquet arrive dans une interface, une recherche est effectuée (ceci peut être dans le matériel ou le logiciel, selon le LC et les fonctionnalités configurées). La recherche détermine le LC de sortie, l'interface et les informations de réécriture de couche MAC (Media Access Control) appropriées. Avant d'envoyer le paquet au LC de sortie via le fabric, le paquet est haché dans les cellules Cisco. Une demande d'autorisation de transmission d'une cellule Cisco à la LC de sortie donnée est alors adressée au planificateur d'horloge. Une cellule est transmise chaque cycle d'horloge de fabric par les LC E0 et tous les quatre cycles d'horloge de fabric par les LC E1 et supérieures. Le LC de sortie réassemble ensuite ces cellules Cisco en un paquet, utilise les informations de réécriture MAC envoyées avec le paquet pour effectuer la réécriture de la couche MAC et met le paquet en file d'attente pour transmission sur l'interface appropriée.

Rappelez-vous que même si un paquet arrive sur une interface sur une LC et est censé sortir d'une autre interface (ou sur la même interface en cas de sous-interfaces) sur la même LC, il est toujours segmenté en cellules Cisco et renvoyé par le fabric vers lui-même.



## Carte d'horloge et de planificateur (CSC)

Le CSC accepte les demandes de transmission des cartes de ligne, émet des autorisations d'accès au fabric et fournit une horloge de référence à toutes les cartes du système pour synchroniser le transfert de données à travers la barre transversale. Un seul CSC est actif à tout moment.

Le CSC peut être retiré et remplacé, sans perturber le fonctionnement normal du système, uniquement si un second CSC (redondant) est installé dans le système. Un CSC doit être présent et opérationnel en tout temps pour maintenir le fonctionnement normal du système. Un second CSC fournit la redondance du chemin de données, du planificateur et de l'horloge de référence.

Les interfaces entre les cartes de ligne et la matrice de commutation sont surveillées en permanence. Si le système détecte une perte de synchronisation (LoS), il active automatiquement les chemins de données du CSC redondant et les données circulent sur le chemin redondant. Le commutateur vers le CSC redondant se produit généralement dans l'ordre des secondes (le temps réel du commutateur dépend de votre configuration et de son évolutivité), pendant lequel il peut y avoir une perte de données sur certains ou tous les LC.

## [Carte de matrice de commutation \(SFC\)](#)

Sur les routeurs Cisco 12008, 12012 et 12016, un ensemble facultatif de trois cartes SFC peut être installé à tout moment sur le routeur pour fournir une capacité de matrice de commutation supplémentaire au routeur. Cette configuration est appelée bande passante totale. Les cartes SFC augmentent la capacité de traitement des données du routeur. Tous les SFC peuvent être supprimés et remplacés à tout moment, sans interruption des opérations du système ni mise hors tension du routeur. Pendant la durée pendant laquelle une carte SFC ne fonctionne pas, sa capacité de transport de données est perdue par le routeur en tant que chemin de données potentiel pour les fonctions de traitement et de commutation des données du routeur.

## [Redondance et bande passante](#)

La carte de matrice de commutation (SFC) et la carte CSC (clock Scheduler Card) fournissent la matrice de commutation physique du système ainsi que la synchronisation des cellules Cisco qui transportent des paquets de données et de contrôle entre les cartes de ligne et les processeurs de routage.

Sur les modèles 12008, 12012 et 12016, vous devez disposer d'au moins une carte CSC pour que le routeur puisse fonctionner. Ne disposant que d'une carte CSC et d'aucune carte SFC, la bande passante est appelée quart de tour et fonctionne uniquement avec les cartes de ligne Engine 0. Si d'autres cartes de ligne se trouvent dans le système, elles seront automatiquement arrêtées. Si vous avez besoin de cartes de ligne autres que le moteur 0, la bande passante totale (trois SFC et un CSC) doit être installée dans le routeur. Si une redondance est requise, un second CSC est nécessaire. Ce CSC redondant ne fonctionne que si le CSC ou un SFC est défectueux. Le CSC redondant peut fonctionner comme CSC ou SFC.

Les modèles 12416, 12406, 12410 et 12404 nécessitent une bande passante complète.

Voici d'autres détails importants sur la redondance de la structure de commutation et la bande passante :

- Tous les routeurs de la gamme 12000 disposent d'un maximum de trois SFC et de deux CSC, à l'exception de la gamme 12410 qui comporte cinq SFC dédiés et deux CSC dédiés, et du 12404 qui dispose d'une carte contenant toutes les fonctionnalités CSC/SFC. Pour le 12404, il n'y a pas de redondance.
- Dans les modèles 12008, 12012, 12016, 12406 et 12416, les cartes CSC fonctionnent également comme des cartes de matrice de commutation. C'est pourquoi, pour obtenir une configuration redondante de bande passante complète, vous n'avez besoin que de trois SFC et de deux CSC. Dans le 12410, il y a des cartes d'horloge et d'ordonnanceur dédiées et des cartes de matrice de commutation. Pour obtenir une configuration redondante de bande passante complète, vous avez besoin de deux CSC et de cinq SFC.
- Les configurations de bande passante trimestrielle ne peuvent être utilisées que sur les LC

12008, 12012 et 12016 si vous n'avez rien d'autre que des LC du moteur 0 dans le châssis. Le CSC192 et le SFC192, qui se trouvent dans les châssis de la gamme 12400, ne prennent pas en charge les configurations de bande passante trimestrielle.

Vous trouverez ci-dessous quelques liens intéressants liés au fabric de commutation pour toutes les plates-formes :

### [Routeur Internet Cisco 12008](#)

Les cartes CSC sont installées dans le boîtier de la carte supérieure et les cartes SFC sont installées dans le boîtier de la carte inférieure, situé directement derrière l'ensemble de filtre à air (voir Figure 1-22 : Composants de la cage inférieure de la carte sous [Documentation de présentation du produit](#)).

Vous trouverez plus de détails dans la documentation ci-dessous :

- [Instructions de remplacement de la carte de commutateur du routeur de commutation Gigabit Cisco 12008](#)
- [Fabric de commutation du Cisco 12008](#)

### [Routeur Internet Cisco 12012](#)

Les cartes CSC et SFC sont toutes deux installées dans le boîtier de carte inférieur à cinq logements. Voir [Vue avant](#) et [Cage de carte inférieure](#).

Vous trouverez plus de détails dans la documentation ci-dessous :

- [Instructions de remplacement des cartes de matrice de commutation du routeur de commutation Gigabit Cisco 12012](#)
- [Fabric de commutation du Cisco 12012](#)

### [Routeurs Internet Cisco 12016/12416](#)

Deux options de matrice de commutation sont actuellement disponibles pour le Cisco 12016 :

- Structure de commutation 2,5 Gbits/s (bande passante système de commutation 80 Gbits/s) : il s'agit du GSR16/80-CSC et de l'ensemble de fabric GSR16/80-SFC. Chaque carte SFC ou CSC fournit une connexion bidirectionnelle 2,5 Gbits/s à chaque carte de ligne du système. Pour un Cisco 12016 avec 16 cartes de ligne, chacune ayant une capacité de 2 x 2,5 Gbits/s (duplex intégral), la bande passante de commutation système est de 16 x 5 Gbits/s = 80 Gbits/s. (L'ancienne structure de commutation est parfois appelée matrice de commutation 80 Gbits/s).
- Structure de commutation 10 Gbits/s (bande passante système de commutation 320 Gbits/s) : il s'agit du GSR16/320-CSC et du jeu de structures GSR16/320-SFC. Chaque carte SFC ou CSC fournit une connexion bidirectionnelle 10 Gbit/s à chaque carte de ligne du système. Pour un Cisco 12016 avec 16 cartes de ligne, chacune ayant une capacité de 2 x 10 Gbit/s (duplex intégral), la bande passante de commutation système est de 16 x 20 Gbit/s = 320 Gbit/s. (La nouvelle matrice de commutation est parfois appelée matrice de commutation 320 Gbit/s).

Lorsque le routeur Cisco 12016 contient la matrice de commutation 320 Gbit/s, il est appelé routeur Internet Cisco 12416.

Les CSC et les SFC sont installés dans le boîtier de carte de matrice de commutation à cinq logements.

Pour plus de détails, reportez-vous aux documents ci-dessous :

- [Instructions de remplacement de la carte de matrice de commutation et de l'horloge du routeur de commutation Gigabit Cisco 12016](#)
- [Structure de commutation multigigabit Crossbar](#)

### [Routeur Internet Cisco 12404](#)

Le Cisco 12404 dispose d'une carte appelée CSF (Consolidated Switch Fabric) qui fournit des interconnexions de vitesse synchronisées pour les cartes de ligne et le RP. Le circuit CSF est contenu sur une carte et se compose d'un programmeur d'horloge et d'une fonctionnalité de matrice de commutation. La carte CSF se trouve dans le logement inférieur étiqueté FABRIC ALARM dans le châssis du routeur Internet Cisco 12404.

Pour plus d'informations, consultez :

- [Instructions de remplacement de matrice de commutation consolidée du routeur Internet Cisco 12404](#)
- [Horloge, planificateur et cartes de matrice de commutation](#)

### [Routeur Internet Cisco 12410](#)

La matrice de commutation du Cisco 12410 comprend deux cartes d'horloge et de planificateur (CSC) et cinq cartes de matrice de commutation (SFC) installées dans la matrice de commutation et le boîtier de cartes d'alarme. Un CSC et quatre SFC sont nécessaires pour une matrice de commutation active ; le second CSC et le cinquième SFC fournissent une redondance. Les deux cartes d'alarme qui se trouvent également dans la matrice de commutation et le boîtier de la carte d'alarme ne font pas partie de la matrice de commutation.

Contrairement aux autres systèmes de la gamme Cisco 12000, le Cisco 12410 ne prend en charge que la dernière matrice de commutation 10 Gbit/s. Chaque carte SFC ou CSC fournit une connexion bidirectionnelle 10 Gbit/s à chaque carte de ligne du système. Ainsi, pour un Cisco 12410 avec 10 cartes de ligne, chacune ayant une capacité de 2 x 10 Gbits/s (duplex intégral), la bande passante de commutation système est de 10 x 20 Gbits/s = 200 Gbits/s.

Pour plus de détails, reportez-vous aux documents ci-dessous :

- [Instructions de remplacement des cartes de matrice de commutation et du planificateur d'horloge du routeur de commutation Gigabit Cisco 12410](#)
- [Matrice de commutation et boîtier de carte d'alarme](#)

### [Routeur Internet Cisco 12416](#)

Reportez-vous au routeur Internet [Cisco 12016](#).

## Conseils de dépannage des cartes de matrice de commutation

Les cartes de matrice de commutation des modèles 12016 et 12416 ne sont pas faciles à insérer et peuvent nécessiter un peu de force. Si l'un des CSC n'est pas correctement installé, le message d'erreur suivant peut s'afficher :

```
%MBUS-0-NOCS: Must have at least 1 CSC card in slot 16 or 17
%MBUS-0-FABINIT: Failed to initialize switch fabric infrastructure
```

Vous pouvez également recevoir ce message d'erreur s'il n'y a que suffisamment de CSC et de SFC installés pour les configurations de bande passante du trimestre. Dans ce cas, aucun des LC E1 ou supérieur ne démarre.

Une façon sûre de savoir si les cartes sont correctement positionnées est que, sur CSC/SFC, vous devriez voir quatre voyants « allumés ». Si ce n'est pas le cas, la carte n'est pas correctement positionnée.

Lorsque vous traitez de problèmes liés au fabric et aux LC qui ne démarrent pas, il est important de vérifier que tous les CSC et SFC nécessaires sont correctement installés et sous tension. Par exemple, trois SFC et deux CSC sont nécessaires sur un 12016 pour obtenir un système redondant à bande passante complète. Trois SFC et un seul CSC sont nécessaires pour obtenir un système non redondant à bande passante totale.

Le résultat des commandes **show version** et **show controller fia** vous indique la configuration matérielle actuellement en cours d'exécution dans le boîtier.

```
Thunder#show version
Cisco Internetwork Operating System Software
IOS (tm) GS Software (GSR-P-M), Experimental Version 12.0(20010505:112551)
[tmcclore-15S2plus-FT 118]
Copyright (c) 1986-2001 by cisco Systems, Inc.
Compiled Mon 14-May-01 19:25 by tmcclore
Image text-base: 0x60010950, data-base: 0x61BE6000

ROM: System Bootstrap, Version 11.2(17)GS2, [htseng 180] EARLY DEPLOYMENT
RELEASE SOFTWARE (fc1)
BOOTFLASH: GS Software (GSR-BOOT-M), Version 12.0(15.6)S, EARLY DEPLOYMENT
MAINTENANCE INTERIM SOFTWARE

Thunder uptime is 17 hours, 53 minutes
System returned to ROM by reload at 23:59:40 MET Mon Jul 2 2001
System restarted at 00:01:30 MET Tue Jul 3 2001
System image file is "tftp://172.17.247.195/gsr-p-mz.15S2plus-FT-14-May-2001"

cisco 12012/GRP (R5000) processor (revision 0x01) with 262144K bytes of memory.
R5000 CPU at 200Mhz, Implementation 35, Rev 2.1, 512KB L2 Cache
Last reset from power-on

2 Route Processor Cards
1 Clock Scheduler Card
3 Switch Fabric Cards
1 8-port OC3 POS controller (8 POs).
1 OC12 POs controller (1 POs).
1 OC48 POs E.D. controller (1 POs).
7 OC48 POs controllers (7 POs).
1 Ethernet/IEEE 802.3 interface(s)
17 Packet over SONET network interface(s)
```

507K bytes of non-volatile configuration memory.

20480K bytes of Flash PCMCIA card at slot 0 (Sector size 128K).

8192K bytes of Flash internal SIMM (Sector size 256K).

Thunder#show controller fia

Fabric configuration: **Full bandwidth nonredundant**

Master Scheduler: Slot 17

Nous vous recommandons de lire [How To Read the Output of the show controller fia Command](#) pour plus d'informations.

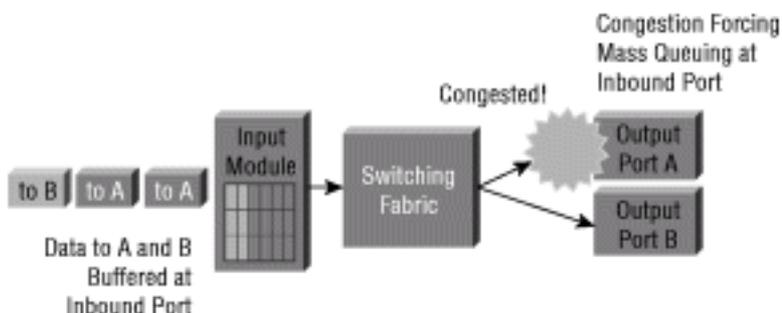
## Conception de matrice de commutation

La conception de la structure de commutation 12000 inclut des approches innovantes qui permettent un système extrêmement efficace. La structure de commutation utilise les composants clés suivants pour fournir une conception évolutive et de classe opérateur hautement efficace :

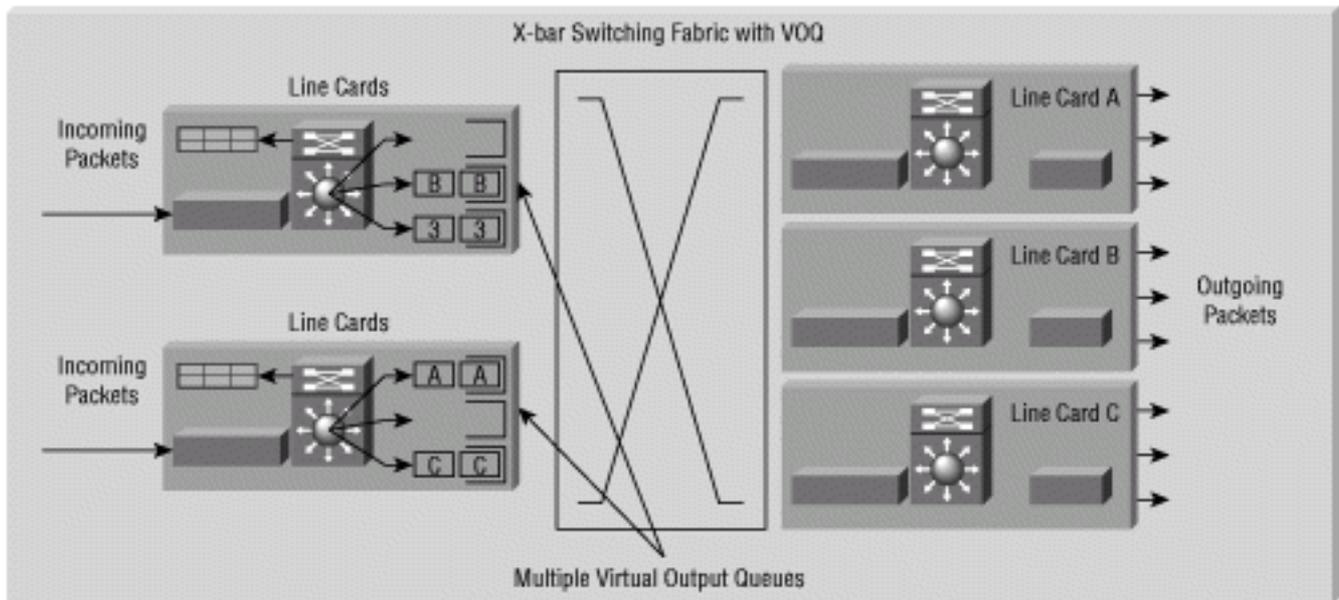
- Files d'attente de sortie virtuelles par carte de ligne pour éliminer le blocage de la tête de ligne.
- Un algorithme de planification efficace à la place de l'approche traditionnelle de rodage circulaire pour améliorer l'efficacité du fabric.
- Réplication matérielle pour le trafic de multidiffusion ; prend en charge l'exécution partielle afin de fournir une plate-forme hautement efficace pour le trafic de multidiffusion.
- Pipeline pour améliorer les performances du fabric de commutation.

## Files d'attente de sortie virtuelles

Le blocage de la tête de ligne (HoLB) est un problème qui se produit dans tout système où la congestion existe au niveau du port de sortie (voir la figure ci-dessous). La HoLB se produit lorsque plusieurs paquets, destinés à plusieurs destinations, partagent tous une file d'attente. Les paquets destinés à un emplacement spécifique doivent attendre que tous les paquets avant qu'ils ne soient traités avant d'être transmis via la matrice de commutation. Par exemple, plusieurs autoroutes à plusieurs voies sont fusionnées en une seule voie. La meilleure façon de résoudre ce problème consiste à fusionner plusieurs autoroutes à plusieurs voies en une seule autoroute à plusieurs voies.

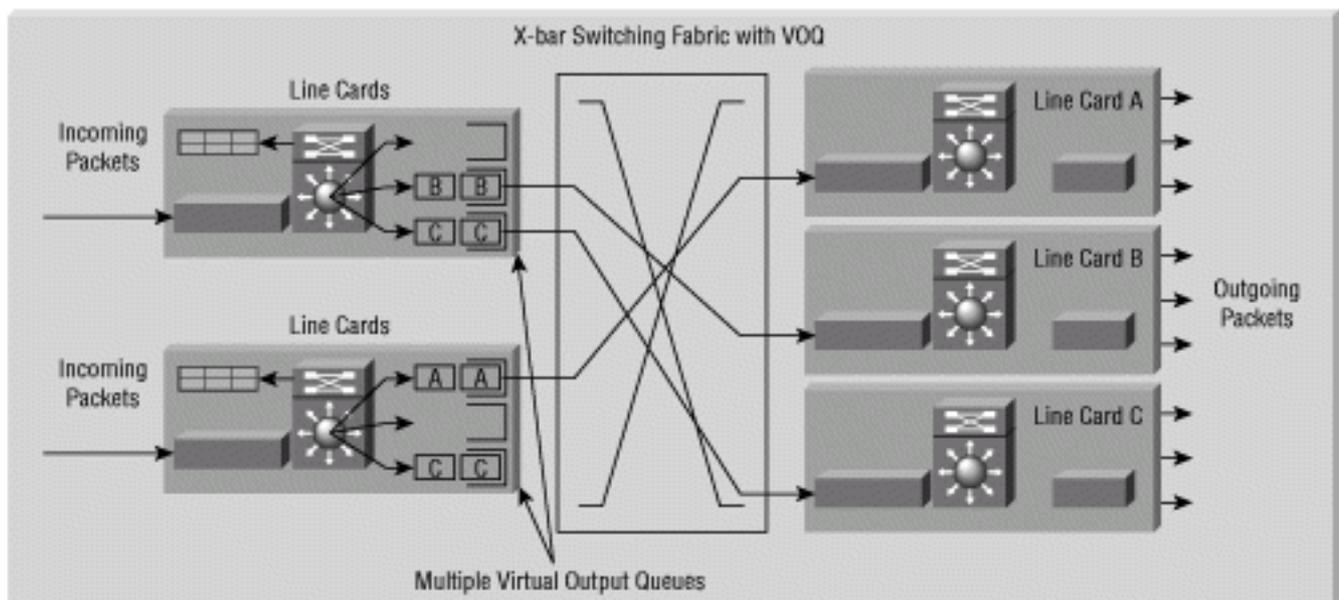


Le routeur Internet de la gamme Cisco 12000 utilise une mise en oeuvre multifeuille d'attente unique pour éliminer le blocage en tête de ligne. Lorsque les paquets arrivent dans la carte de ligne, ils sont organisés en une des files d'attente de sortie multiples classées par emplacement, port et classe de service (CoS). Ces files d'attente sont appelées files d'attente de sortie virtuelles (VOQ).



Dans la figure ci-dessus, la file d'attente de sortie virtuelle (A) représente la carte de ligne A, la VOQ B représente la carte de ligne B, etc. Chaque paquet est trié et placé dans la file d'attente de service de votation appropriée. Le tri et le positionnement dans la file d'attente de service client sont basés sur les informations de transfert contenues dans la table CEF (Cisco Express Forwarding).

La figure suivante montre comment l'approche VOQ évite le problème HoLB. Comme le montre la figure, le placement des paquets réduit le problème HoLB. Même si une série de paquets est envoyée à une carte de ligne, les autres paquets des différentes VoQ peuvent être envoyés à travers la matrice de commutation, évitant ainsi le problème HoLB classique.



## Planification

SFC/CSC dispose d'un algorithme de planification intégré. L'algorithme de planification, développé conjointement par Cisco Systems et l'université de Stanford, reçoit jusqu'à 13 demandes d'entrée pour le Cisco 12008 et le Cisco 12012 (12 logements et 1 multidiffusion) et 17 demandes d'entrée pour le Cisco 12016 (16 logements et 1 multidiffusion). Toutes les requêtes sont effectuées pendant un intervalle d'horloge donné. L'algorithme calcule la meilleure correspondance

entrée/sortie disponible au cours de cet intervalle. Cet algorithme haut débit, associé à l'innovation de la technologie VOQ, permet à la structure de commutation d'atteindre des niveaux d'efficacité de commutation très élevés. Cela signifie que le débit de la matrice de commutation peut atteindre jusqu'à 99 % du maximum théorique par rapport aux 53 % atteints par les conceptions de matrice de commutation précédentes (données basées sur des recherches menées à l'Université de Stanford).

### Prise en charge de la multidiffusion

La matrice de commutation est également conçue pour les applications de nouvelle génération qui utilisent la multidiffusion IP. La structure de commutation surmonte les problèmes traditionnels associés à la multidiffusion IP en :

- Utilisation d'un matériel spécial qui effectue une réplique intensive des paquets IP sur une base distribuée (dans le fabric et la carte de ligne)
- Dédier des files d'attente séparées (VOQ) pour le trafic de multidiffusion, afin que le trafic de monodiffusion ne soit pas affecté
- Permettre la création de segments de multidiffusion partielle

Une interface peut envoyer des requêtes de multidiffusion et de monodiffusion à la matrice de commutation. Lorsqu'une requête multicast est envoyée, elle spécifie toutes les destinations pour les données et la priorité de la requête. Le CSC gère les requêtes de multidiffusion et de monodiffusion ensemble, en donnant la priorité à la requête de priorité la plus élevée, qu'elle soit monodiffusion ou multidiffusion.

Lorsqu'une demande de multidiffusion est reçue, une demande est envoyée à la carte du planificateur d'horloge. Une fois qu'une subvention est reçue du CSC, le paquet est ensuite transféré à la structure de commutation. La matrice de commutation fait des copies du paquet et les envoie simultanément à toutes les cartes de ligne de destination (pendant le même cycle d'horloge de cellule). Chaque carte de ligne réceptrice effectue des copies supplémentaires du paquet s'il doit être envoyé à plusieurs ports.

Afin de réduire le blocage, la matrice de commutation prend en charge l'allocation partielle pour les transmissions multidiffusion. Cela signifie que la matrice de commutation effectue le fonctionnement de multidiffusion pour toutes les cartes disponibles. Si une carte de destination reçoit un paquet d'une autre source, le processus de multidiffusion se poursuit dans les cycles d'allocation suivants.

Ces nouvelles améliorations évitent les obstacles liés au gaspillage de bande passante inhérents aux structures de commutation à barres croisées de première génération et permettent à Cisco Systems de fournir une structure de commutation qui atteint un très haut niveau d'efficacité de commutation sans sacrifier la fiabilité.

### Pipeline

La matrice de commutation prend en charge le fonctionnement en mode bidirectionnel simultané, complété par des techniques de tuyauterie avancées. Le regroupement permet à la structure de commutation de commencer à allouer des ressources de commutation pour les cycles futurs avant de terminer la transmission des données pour les cycles précédents. En éliminant les temps morts (cycles d'horloge gaspillés), la tuyauterie améliore considérablement l'efficacité globale de la matrice de commutation. La tuyauterie offre des performances élevées dans la matrice de commutation, ce qui lui permet d'atteindre son débit maximal théorique.

## Cellules Cisco

L'unité de transfert à travers la matrice de commutation à barres croisées est toujours constituée de paquets de taille fixe, également appelés cellules Cisco, qui sont plus faciles à planifier que les paquets de taille variable. Les paquets sont divisés en cellules avant d'être placés sur le fabric et sont réassemblés par le LC sortant avant d'être transmis. Les cellules Cisco ont une longueur de 64 octets, avec un en-tête de 8 octets, une charge utile de 48 octets et un contrôle de redondance cyclique de 8 octets.

## Informations connexes

- [Architecture de routeur Internet de la gamme Cisco 12000 - Châssis](#)
- [Architecture de routeur Internet de la gamme Cisco 12000 - Processeur de routage](#)
- [Architecture de routeur Internet de la gamme Cisco 12000 - Conception de cartes de ligne](#)
- [Architecture de routeur Internet de la gamme Cisco 12000 - Détails de la mémoire](#)
- [Architecture de routeur Internet de la gamme Cisco 12000 - Bus de maintenance, blocs d'alimentation et soufflantes et cartes d'alarme](#)
- [Architecture de routeur Internet de la gamme Cisco 12000 - Présentation logicielle](#)
- [Architecture de routeur Internet de la gamme Cisco 12000 - Commutation de paquets](#)
- [Présentation de Cisco Express Forwarding](#)
- [Comment lire la sortie de la commande Show Controller fia :](#)
- [Support technique - Cisco Systems](#)