

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Institut Supérieur des Études Technologiques de Zaghuan
Département Technologies de l'Informatique



Module
**Réseaux Locaux d'Entreprises
& Architecture TCP/IP**
Chapitre 3
Présentation des Réseaux Commutés

Elaboré par
Rim BRAHMI

Public cible
**2^{ème} année Licence Appliquée en Réseaux et Services
Informatiques**

Année universitaire 2019-2020

Table de matières

Chapitre 3 : Présentation des Réseaux Commutés	3
Introduction	4
I. Les éléments d'un réseau commuté convergent	4
I.1. Voix.....	5
I.2. Données.....	5
I.3. Vidéo.....	5
II. Architecture des réseaux commutés convergents.....	5
II.1. Couche accès	5
II.2. Couche distribution.....	5
II.3. Couche cœur réseau	6
III. Les méthodes et techniques de commutation de trame	6
IV. Les commutateurs.....	7
IV.1. Les types des commutateurs.....	8
IV.1.1. Commutateur de configuration fixe	8
IV.1.2. Commutateurs modulaires.....	8
IV.1.3. Commutateurs empilables	9
IV.2. Activité.....	9
IV.3. Adressage MAC	10
IV.3.1. Généralités.....	10
IV.3.2. Les différentes adresses MAC.....	10
IV.4. La commutation dans les LANs	11
IV.4.1. Principe de la commutation.....	11
IV.4.2. Table de commutation.....	11
IV.4.3. Les modes de commutation.....	12
IV.4.3.1. Le mode store and forward.....	13
IV.4.3.2. Le mode Fast-Forward	13
IV.4.4. Activité.....	13
IV.5. Domaine de collision et domaine de diffusion	14
IV.5.1. Domaine de collision.....	14
IV.6.2. Domaine de diffusion	14
IV.6.3. Activité.....	14
Conclusion.....	15

Chapitre 3 : Présentation des Réseaux Commutés

▪ Objectif Général	<ul style="list-style-type: none">• Connaître les diverses caractéristiques des réseaux locaux commutés d'entreprises.• Identifier les différentes techniques de commutation.
▪ Objectifs Spécifiques	<ul style="list-style-type: none">• Identifier les différents composants d'un réseau commuté• Connaître les différentes couches d'une architecture hiérarchique d'un réseau.• Connaître les techniques de commutation des trames.• Identifier les différents types des commutateurs.• Comparer un domaine de collision à un domaine de diffusion.
▪ Volume horaire	<ul style="list-style-type: none">• Cours : 3h
▪ Mots clés	<ul style="list-style-type: none">• Commutation de trame, architecture hiérarchique, réseau convergent, adresse MAC, cut and trough, store and forward...

Introduction

Le rôle des réseaux commutés a considérablement évolué au cours des deux dernières décennies. Les réseaux commutés de couche 2 étaient fondés sur l'Ethernet et sur l'utilisation généralisée de répéteurs de concentrateurs pour propager le trafic LAN dans l'ensemble d'une entreprise. Les réseaux ont fondamentalement changé, pour devenir des réseaux locaux commutés dans un **réseau hiérarchique** respectant une **conception en couche**. Un réseau local commuté accroît la **flexibilité**, **améliore la gestion du trafic** et **apporte des fonctions supplémentaires** :

- **Qualité de service**
- **Sécurité supplémentaire**
- **Prise en charge de réseau et de connectivité sans fil**
- **Prise en charge de nouvelles technologies**, telles que des services de téléphonie IP et de mobilité

I. Les éléments d'un réseau commuté convergent

Les réseaux commutés convergents sont capables de **transporter des divers types de données** : la voix, Internet et des séquences vidéo sur un seul réseau, sans mettre en place des réseaux dédiés individuels. **La convergence réduit la complexité du réseau et les coûts**, et fournit une base pour la construction de solutions de communications unifiées et les applications multimédia. Une solution de réseau convergent prend également en charge les applications softphone PC, ainsi que la vidéo point à point : les utilisateurs peuvent ainsi bénéficier de communications personnelles avec la même facilité de gestion et d'utilisation qu'un appel vocal.

Le Protocole de fondation Internet (IP) pour les réseaux convergents, il est facile aux réseaux d'échelle et d'étendre rapidement les capacités de communication pour les nouveaux utilisateurs ou des lieux.

I.1. Voix

Le routage du trafic voix sur un réseau IP converge permet aux entreprises d'éliminer les réseaux traditionnels dédiés pour la voix. Voix sur IP (VoIP) facilite le transfert de données sur le réseau avec la qualité de service et des priorités de trafic pour assurer la qualité de la voix. VoIP circulent sur réseau IP, plutôt que le réseau téléphonique public commuté (RTPC) pour fournir une portée mondiale et de réduire les frais d'appel.

I.2. Données

Un réseau IP fournit la base pour la communication de données à haute vitesse entre des emplacements sur le réseau. Le transport de données sur le même réseau que d'autres supports de communication, il est possible de construire des applications multimédias.

I.3. Vidéo

Selon le Visual Networking Index de Cisco, le trafic vidéo est 62 % du trafic de données sur le réseau Internet en 2015. Les organisations ont éliminé les circuits vidéo dédiés pour soutenir les vidéoconférences.

II. Architecture des réseaux commutés convergents

Il s'agit de créer une architecture réseau structurée en trois couches. Chaque couche possède un rôle précis contenant des matériels ayant des performances et outils. Les trois couches sont les suivantes :

II.1. Couche accès

C'est la couche la plus basse de l'architecture réseau. Elle se charge de lier les équipements finaux au réseau que ce soit wifi, Ethernet ou autre. Nous trouvons des commutateurs et des hubs au niveau cette couche. Elle assure aussi la sécurité en utilisant des switchports et en désactivant les ports non utilisés.

II.2. Couche distribution

Le rôle principal de la couche distribution est de filtrer, router et autoriser ou non les paquets. Nous avons plusieurs routeurs et commutateurs de distribution. Chacun est relié à la couche cœur réseau et à la couche accès. Le choix du matériel dépend de la taille de l'entreprise. S'il s'agit d'une entreprise de grande taille, elle choisira un routeur. Pour une entreprise de petite taille nous aurons besoin d'un commutateur.

II.3. Couche cœur réseau

C'est la couche supérieure de l'architecture réseau. Elle relie les différents segments du réseau, sites distants, les LANs.

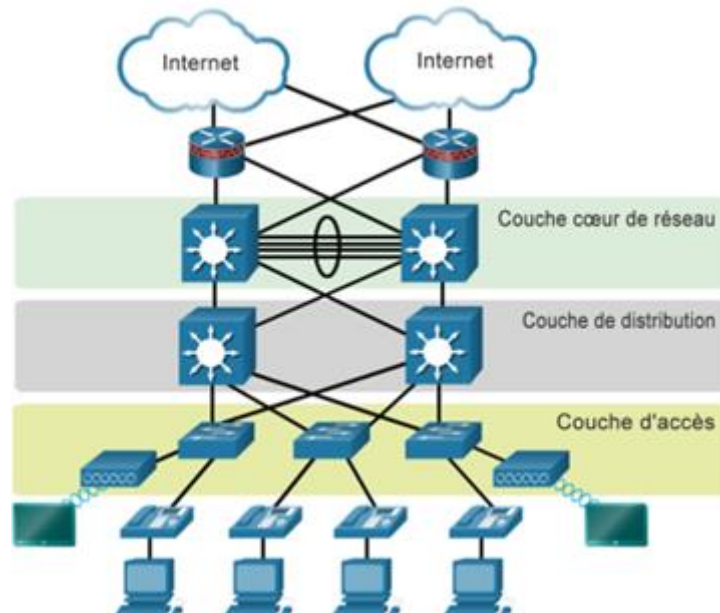


Figure 3. 1 : Modèle de conception hiérarchique

III. Les méthodes et techniques de commutation de trame

La commutation intègre des modes connectés avec négociation et réservation de ressources ou non connectés, où chaque structure transmise devra être gérée indépendamment des autres : nous parlons de « mode datagrammes », qui seront routés en fonction de l'identifiant du destinataire. Dans le mode connecté, la première technique utilisée est la connexion de circuits comme pour le réseau Telex ou le réseau téléphonique. Le principe consiste à réserver des ressources, sous forme d'intervalles de temps (IT) entre les commutateurs. Lorsque les abonnés établissent la communication, les circuits sont utilisés à usage unique pour cette communication, puis sont libérés en fin d'échange. L'avantage est que les informations sont transportées en temps réel, ce qui autorise un temps de transport d'environ 150 ms. Pour la commutation de paquets, nous effectuons des réservations de ressources virtuelles par l'établissement de circuits virtuels pour chaque communication. Les données sont découpées en paquets, qui seront potentiellement mémorisés puis analysés et envoyés au commutateur

suivant, jusqu'au destinataire. Les paquets ayant été marqués, ils suivront tous le même chemin, afin de respecter une certaine qualité de service, mais les ressources seront mieux optimisées puisque plusieurs flux pourront suivre le même chemin. La technologie la plus connue dans ce mode de commutation s'appelle X25.

Les enjeux aujourd'hui dans les réseaux consistent à allier les avantages de la commutation de circuits pour avoir une bonne qualité de service (QoS) avec le moins de consommation de ressources et le plus de simplicité possible.

IV. Les commutateurs

Un commutateur est un équipement d'interconnexion réseau. Il est généralement utilisé au niveau de la couche liaison de données du modèle OSI. Il relie plusieurs segments dans un réseau informatique.

Nous nous basons sur plusieurs paramètres pour choisir cet équipement.

- **Le cout** : ce facteur dépend du nombre et de la rapidité des interfaces, des fonctionnalités prises en charge et de sa capacité d'extension.
- **Densité** : les commutateurs réseau doivent prendre en charge le nombre souhaité de périphériques sur le réseau.
- **Alimentation** : il est désormais usuel d'alimenter les points d'accès, les téléphones IP et même des commutateurs compacts au moyen de la technologie PoE Power over Ethernet.
- **Fiabilité** : le commutateur doit fournir un accès permanent au réseau.
- **Vitesse des ports** : la rapidité de la connexion réseau est d'une importance primordiale pour les utilisateurs finaux
- **Tampons de trames** : il est important qu'un commutateur enregistre les trames dans les réseaux des ports vers des serveurs ou d'autres parties du réseau.
- **Evolutivité** : le nombre des utilisateurs d'un réseau évolue généralement au fil du temps donc le commutateur doit comporter des possibilités de croissance.

IV.1. Les types des commutateurs

Pour sélectionner le type d'un commutateur, le concepteur de réseau doit choisir une configuration fixe ou modulaire, et empilable ou non empilable. L'épaisseur du commutateur, exprimée en nombre d'unités de rack, doit également être déterminée

IV.1.1. Commutateur de configuration fixe

Les commutateurs de configuration fixe disposent d'une configuration fixe. Par la suite nous ne pouvons pas ajouter de fonctionnalités ni d'options supplémentaires au commutateur par rapport à celles d'origine.

Si nous avons un commutateur fixe gigabit à 24 ports, nous ne pouvons pas rajouter des ports en cas de besoin. En général, il existe différents choix de configuration qui varient selon le nombre et les types de ports inclus.



Figure 3. 2 : commutateur a configuration fixe

IV.1.2. Commutateurs modulaires

Les commutateurs modulaires fournissent de souplesse dans leur configuration. Les commutateurs modulaires sont d'habitude livrés avec des châssis de différentes tailles, qui permettent l'installation de plusieurs cartes d'interface modulaires. Nous avons le choix entre plusieurs tailles de châssis. Si nous avons acheté un commutateur réseau modulaire avec une carte d'interface à 24 ports, nous pouvons aisément ajouter une carte d'interface à 24 ports supplémentaire, afin d'obtenir un nombre total de 48 ports.



Figure 3. 3 : Les commutateurs modulaires

IV.1.3. Commutateurs empilables

Nous pouvons interconnecter les commutateurs empilables à l'aide d'un **câble fond de panier spécial**. Ce câble fournit un débit de bande passante élevé entre les commutateurs. Ce type de commutateur est **recommande dans le cadre de tolérance aux pannes**. Les commutateurs empiles **fonctionnent comme un commutateur unique dans le réseau**.



Figure 3. 4 : Les commutateurs empilables

IV.2. Activité

1. Quel est le rôle d'un commutateur ?
2. Comment vous utilisez un commutateur ?

IV.3. Adressage MAC

IV.3.1. Généralités

L'adresse MAC, adresse physique, désigne de manière unique une station sur le réseau. Elle est codée sur 48 bits. Elle est codée sur la base hexadécimale. A des fins de facilité d'administration, elle est gravée dans l'adaptateur réseau, NIC (Network Interface Card) par le fabricant de l'adaptateur. L'IEEE est chargée de la gestion de ces adresses. Elle en garantit l'unicité en attribuant un identifiant différent à chaque fabricant d'interface réseau.

Le premier bit (bit I/G) distingue une adresse individuelle ou unicast (I=0) d'un adressage de groupe (multicast, I=1).

Le bit suivant (bit U/L) détermine si l'adresse qui suit est universelle : adresse IEEE (U=0) ou local (L=1).

Dans ce dernier cas, c'est l'administrateur de réseau qui gère l'espace d'adressage et garantit l'unicité d'adressage.

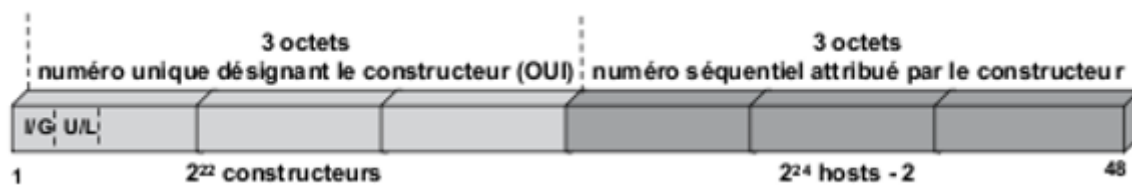


Figure 3. 5 : Une adresse MAC

Dans l'adressage universel, les 22 bits suivants désignent le constructeur ou le revendeur de l'adaptateur réseau. L'IEEE attribue à chaque constructeur un ou plusieurs numéros qui l'identifient (OUI, Organization Unit Identifier). Les 24 bits suivants appartiennent à une série séquentielle et sont inscrits sous la responsabilité du fabricant (SN, Serial Number) dans l'adaptateur.

L'adressage IEEE est un adressage à plat, il distingue, sur réseau, une machine parmi les autres.

VI.3.2. Les différentes adresses MAC

VI.3.2.1. Les adresses unicast

L'adresse unicast est utilisée pour les communications entre stations. Cette adresse est gravée dans la carte lors de sa fabrication, mais l'administrateur du réseau peut lui substituer une adresse d'unicast locale.

VI.3.2.2. Les adresses broadcast

Une adresse de broadcast est une adresse de diffusion générale. Tous les bits de l'adresse MAC sont positionnés à 1 (FF-FF-FF-FF-FF-FF).

VI.3.2.3. Les adresses multicast

Une adresse de multicast ou de groupe (bit G=1) désigne un ensemble de stations. Les applications fournissent à la station (couche MAC) la liste des adresses de groupe auxquelles elle doit répondre. Ces adresses sont utilisées par exemple pour la diffusion vidéo, réunion synchrone avec un groupe des utilisateurs.

Des plages d'adresses multicast ont été définies pour permettre l'encapsulation d'adresses IP multicast, cette plage s'étend de : 01-00-5E-00-00-00 à 01-00-5E-7F-FF-FF (RFC 1112).

IV.4. La commutation dans les LANs

Issue de la téléphonie et des réseaux étendus, puis mis en œuvre dans le monde Ethernet pour résoudre les problèmes de collision et garantir une certaine bande passante. La technique de commutation est aujourd'hui largement utilisée pour réaliser tout type de réseaux. Traditionnellement, les commutateurs consistent, en fonction d'un identifiant, à mettre en relation directe un port d'entrée avec un port de sortie, la relation étant établie préalablement à toute communication par la table de commutation.

IV.4.1. Principe de la commutation

La commutation dans les réseaux locaux n'ouvre pas explicitement un circuit virtuel. A l'instar des ponts dont ils ne sont qu'une évolution (ponts multiports), les commutateurs par auto-apprentissage établissent dynamiquement, par écoute du trafic, une table de localisation ou de commutation.

Pour construire sa table de commutation (FDB, Forwarding Data Base), le commutateur examine la trame reçue par chacun de ses ports et associe au port l'adresse MAC source de la trame reçue. Le commutateur apprend ainsi la localisation géographique des stations. A réception d'une trame, le commutateur consulte la table de commutation et achemine la trame reçue sur le port où est localisée la destination autorisant ainsi un acheminement en simultané de plusieurs trames.

IV.4.2. Table de commutation

Le commutateur se base sur un élément essentiel afin de sélectionner le port de destination d'une trame, c'est la table de commutation.

La table de commutation est construite dynamiquement. Dès qu'une trame est reçue, le commutateur met à jour des informations dans sa table de commutation.

Les informations ajoutées sont la correspondance entre le port source et l'adresse MAC source de la trame. Les informations contenues dans la table de commutation sont enregistrées de façon temporaire, pour éviter les erreurs. Les tables de commutation ne pouvant posséder autant d'entrées que de stations connectées, périodiquement, les adresses les plus anciennes sont effacées. A cet effet, chaque entrée de la table de commutation est associée un temporisateur réinitialisé à chaque réception d'une trame de même origine

Pour retransmettre les trames il y a deux cas de figure :

- L'adresse MAC destination est renseignée dans la table de commutation. Le switch envoie alors la trame uniquement sur le port correspondant.
- L'adresse MAC destination n'est pas renseignée dans la table de commutation ou une adresse de broadcast. Le switch se comporte alors comme un HUB et envoie la trame sur tous ces ports sauf le port source.

IV.4.3. Les modes de commutation

Les commutateurs se basent sur deux principaux modes de commutation pour connaître le ou les port (s) de sortie vers la destination :

- Store and Forward
- Fast-Forward
 - Cut-Trough
 - Fragment Free

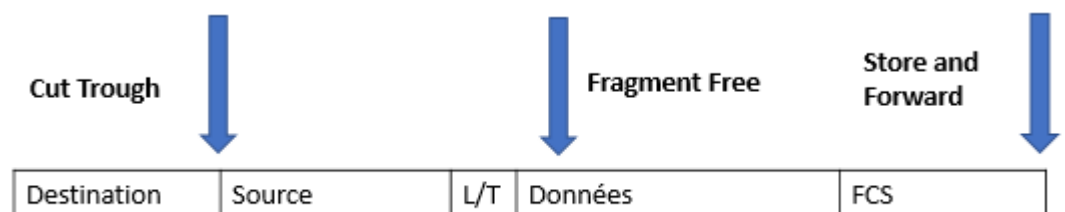


Figure 3. 6 : Les modes de commutation

IV.4.3.1. Le mode store and forward

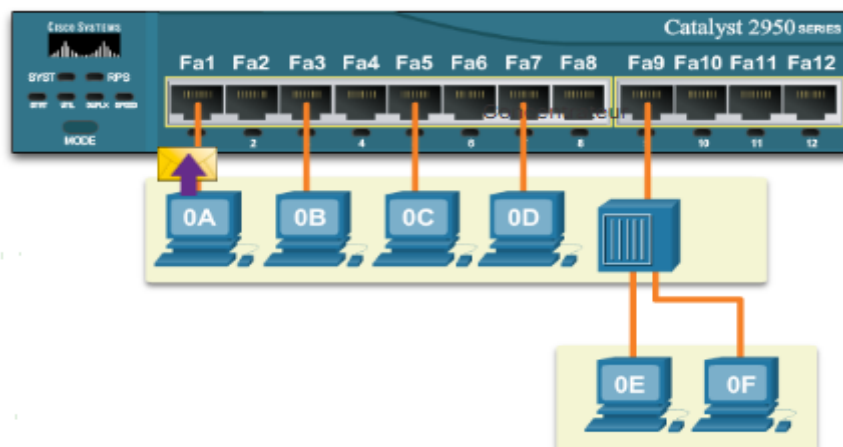
Le mode “Store and Forward” est le mode par défaut et le plus lent. Ce mode est implémenté sur tous les commutateurs. Dans ce mode, le commutateur transfère la trame après l’avoir entièrement reçue. Il vérifie la somme d’intégrité (champs FCS) et place ensuite la trame sur un ou des ports de sortie.

IV.4.3.2. Le mode Fast-Forward

Avec un mode “Fast-Forward” et ses variantes “Cut-Trough” et “Fragment Free”, les trames sont transférées avant d’être entièrement reçues : soit dès que la destination est apprise, soit dès que les 512 premiers bits ou 64 octets sont reçus. Dans ces modes, les trames ne sont pas vérifiées par le commutateur.

IV.4.4. Activité

Soit la topologie suivante



Soit la trame suivante

Préambule	Adresse MAC de destination	Adresse MAC source	Type de longueur	Données encapsulées	Fin de trame
	0B	0A			

Soit la table MAC

Fa1	Fa2	Fa3	Fa4	Fa5	Fa6	Fa7	Fa8	Fa9	Fa10	Fa11	Fa12
0A		0B		0C				0E	0F		

A l’aide des informations fournies par la trame et la table MAC

1. Via quel port le commutateur transfère la trame ?
2. Lors du transfert de la trame via le commutateur, quelles affirmations sont vraies
 - ☐ Le commutateur ajoute l'adresse MAC source dans la table MAC
 - ☐ La trame est une trame de diffusion
 - ☒ La trame est une trame de monodiffusion, elle est envoyée sur un seul port désigné
 - ☐ La trame est une trame de monodiffusion, elle inonde tous les ports

IV.5. Domaine de collision et domaine de diffusion

IV.5.1. Domaine de collision

Un domaine de collision est un domaine physique dans lequel des collisions peuvent survenir.

Les domaines de collision sont définis :

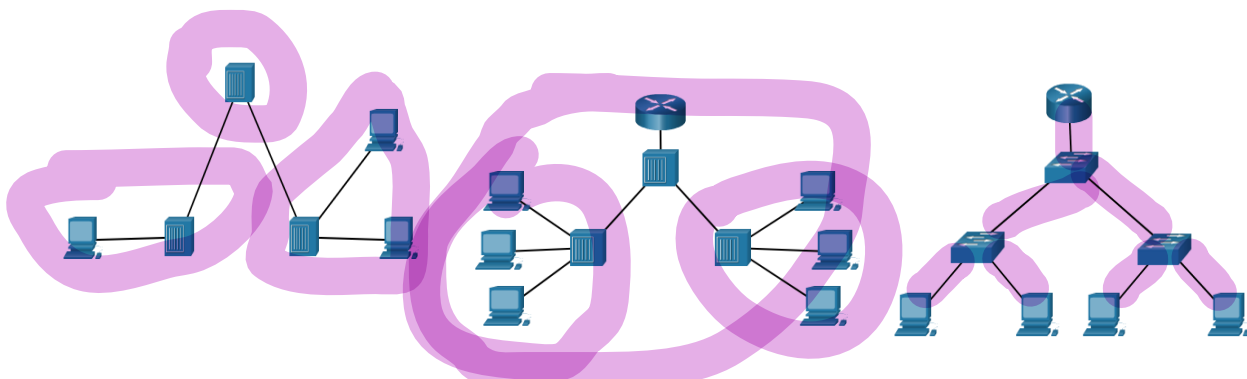
- Un domaine de collision par port de commutateur
- Un commutateur divise un domaine de collision par port
- Un concentrateur ou un répéteur étend le domaine de collision

IV.6.2. Domaine de diffusion

Un domaine de diffusion est un domaine physique dans lequel trafic de diffusion peut se propager. Ce domaine est défini par un commutateur et il est arrêté par un routeur. Un domaine de diffusion correspond à un domaine IP sur le plan logique

IV.6.3. Activité

Soient les différentes topologies réseaux suivants



3. Dessiner les différents domaines de diffusion

4. Dessiner les différents domaines de diffusion

5. Dessiner les différents domaines de collision

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu :

- La tendance à la convergence avec le même ensemble de matériels câble et équipements d'interconnexion afin de supporter de la voix, données et vidéo.
- La conception hiérarchique des réseaux en respectant les trois couches, couche accès au réseau, couche distribution et la couche cœur réseau. Chaque partie pourrait être optimisée pour sa fonction spécifique.
- Les diverses méthodes de commutation au niveau du commutateur pour transférer les trames aux destinations.
- Chaque port de commutateur crée un domaine de collision distinct permettant une communication bidirectionnelle
- Les ports des commutateurs ne bloquent pas les diffusions et le fait d'associer des commutateurs peut augmenter la taille du domaine de diffusion, ce qui entraîne souvent une dégradation des performances.