

Chapitre 5 : Technologie Ethernet

Présentation des réseaux

Lawrence BENEDICT

Janvier 2017



Plan du chapitre

5.0 Introduction

5.1 Protocole Ethernet

5.2 Commutateurs LAN

5.3 Protocole ARP (Address Resolution Protocol)

5.4 Résumé

Section 5.1 : Protocole Ethernet

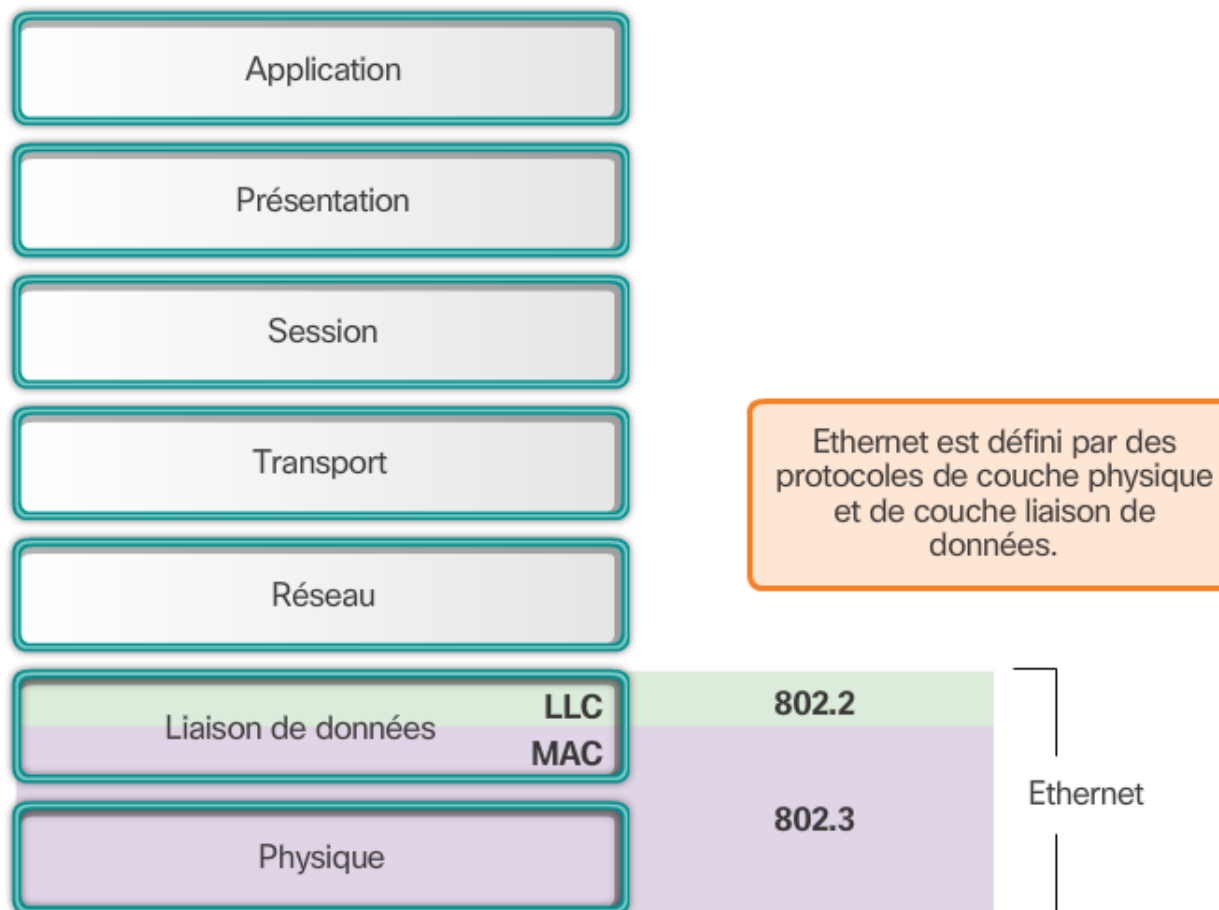
À la fin de cette section, vous saurez :

- Expliquer comment les sous-couches Ethernet sont liées aux champs de trame
- Décrire l'adresse MAC Ethernet

Rubrique 5.1.1 : Trame Ethernet



Encapsulation Ethernet



Encapsulation Ethernet (suite)

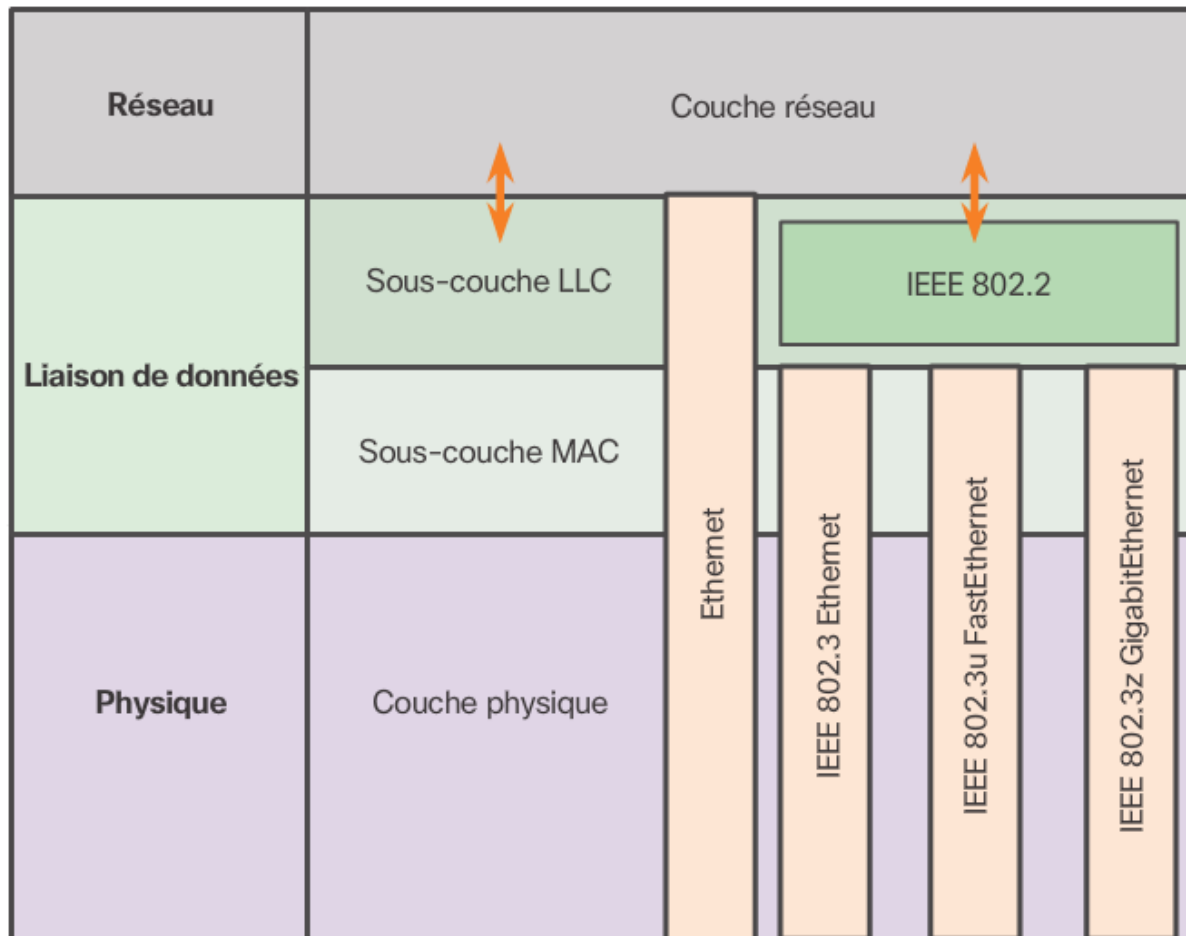
Ethernet

- La technologie LAN la plus répandue
- Fonctionne au niveau de la couche liaison de données et de la couche physique
- Famille de technologies réseau définies par les normes IEEE 802.2 et 802.3
- Prend en charge des bandes passantes de données de 10, 100, 1 000, 10 000, 40 000 et 100 000 Mbit/s (100 Gbit/s)

Normes Ethernet

- Définissent les protocoles de couche 2 et les technologies de couche 1
- Deux sous-couches distinctes de la couche liaison de données pour fonctionner : LLC (Logical Link Control) et MAC

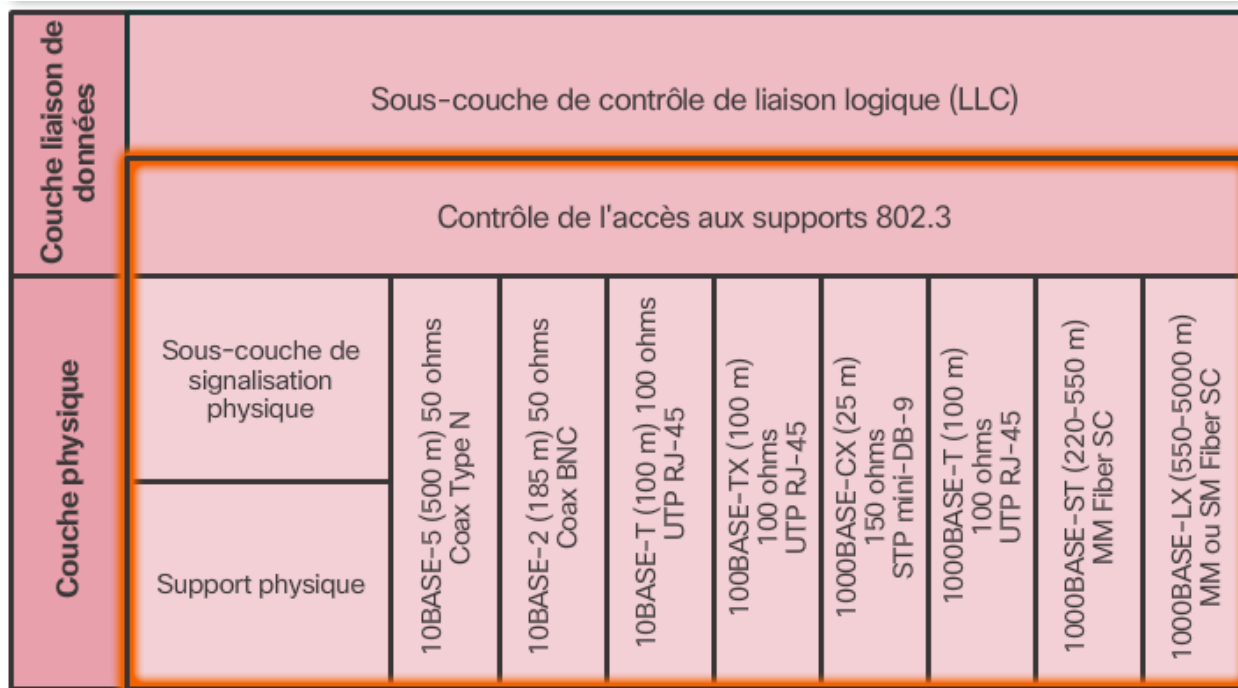
Encapsulation Ethernet (suite)



Sous-couche MAC

Principales responsabilités :

- Encapsulation des données
- Contrôle de l'accès aux supports



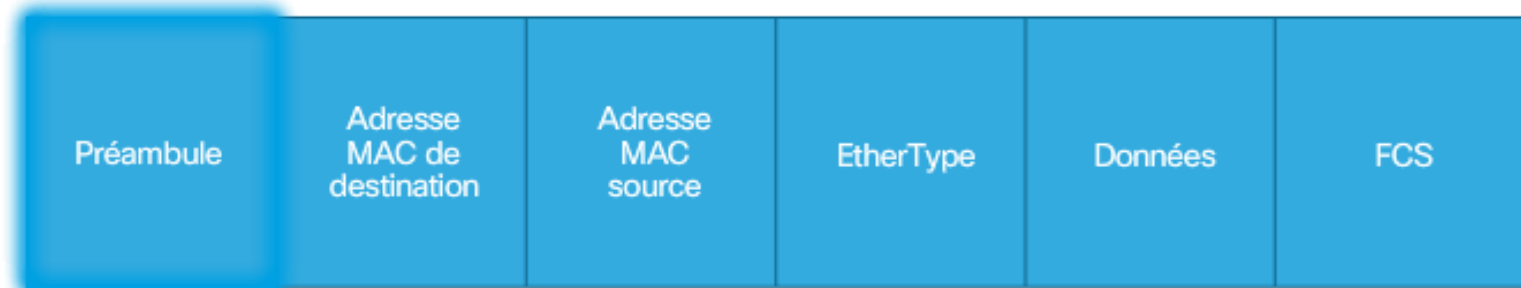
Évolution d'Ethernet

Structure de trame Ethernet II et taille des champs

Ethernet II					
8 octets	6 octets	6 octets	2 octets	46 à 1 500 octets	4 octets
Préambule	Adresse de destination	Adresse source	Type	Données	Séquence de contrôle de trame

Champs d'une trame Ethernet II

- La taille de trame Ethernet minimale est de 64 octets (trame de collision ou Runt)
- La taille de trame Ethernet maximale est de 1 518 octets (Jumbo ou Baby Giant)



Rubrique 5.1.2 : Adresse MAC Ethernet



Adresse MAC et format hexadécimal

Numérotation hexadécimale

Équivalents décimaux et binaires des caractères hexadécimaux 0 à F

Décimal	Binaire	Hexadécimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Adresse MAC et format hexadécimal (suite)

Numérotation hexadécimale

Équivalents décimaux, binaires et hexadécimaux les plus utilisés

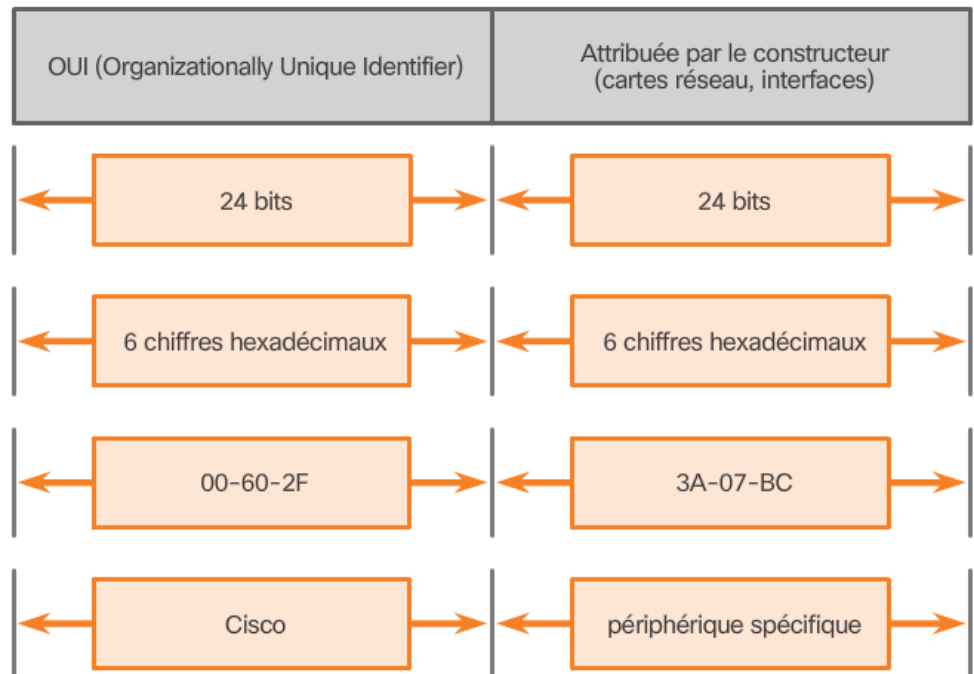
Décimal	Binaire	Hexadécimal
0	0000 0000	00
1	0000 0001	01
2	0000 0010	02
3	0000 0011	03
4	0000 0100	04
5	0000 0101	05
6	0000 0110	06
7	0000 0111	07
8	0000 1000	08
10	0000 1010	0A
15	0000 1111	0F
16	0001 0000	10
32	0010 0000	20
64	0100 0000	40
128	1000 0000	80
192	1100 0000	C0
202	1100 1010	CA
240	1111 0000	F0
255	1111 1111	FF

Adresse MAC : identité Ethernet

- Une adresse MAC Ethernet de couche 2 est une valeur binaire de 48 bits constituée de 12 chiffres hexadécimaux.
- L'IEEE demande aux revendeurs de suivre deux règles simples :

L'adresse doit utiliser dans ses trois premiers octets l'identifiant unique (OUI) attribué au revendeur.

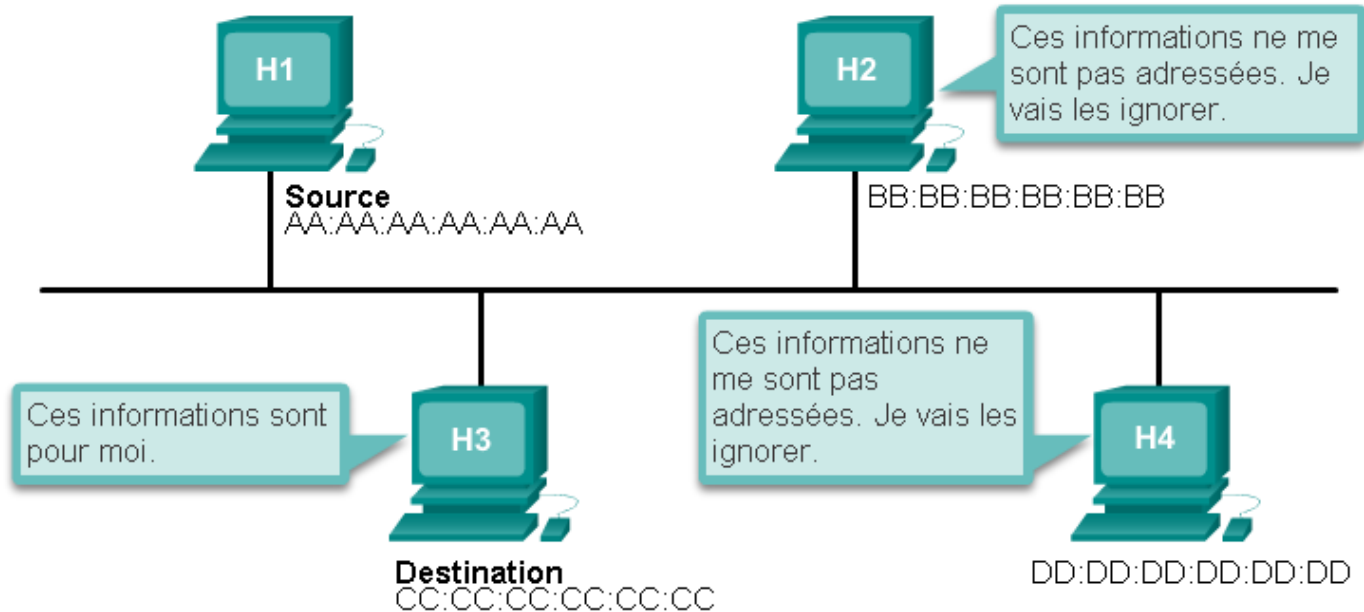
Toutes les adresses MAC ayant le même identifiant OUI doivent utiliser une valeur unique dans les trois derniers octets.



Traitement des trames

Transfert de trame

Adresse de destination	Adresse source	Données
CC:CC:CC:CC:CC:CC	AA:AA:AA:AA:AA:AA	Données encapsulées
Adressage de trame		



Traitement des trames (suite)

- La carte réseau observe ces informations pour déterminer si l'adresse MAC de destination fournie dans la trame correspond à l'adresse MAC physique du périphérique stockée dans la mémoire vive (RAM).
- En l'absence de correspondance, la carte réseau ignore la trame.
- Si elle correspond, la carte réseau transmet la trame aux couches OSI où la désencapsulation a lieu.

Représentations des adresses MAC

Avec des tirets 00-60-2F-3A-07-BC

Avec deux-points 00:60:2F:3A:07:BC

Avec des points 0060.2F3A.07BC

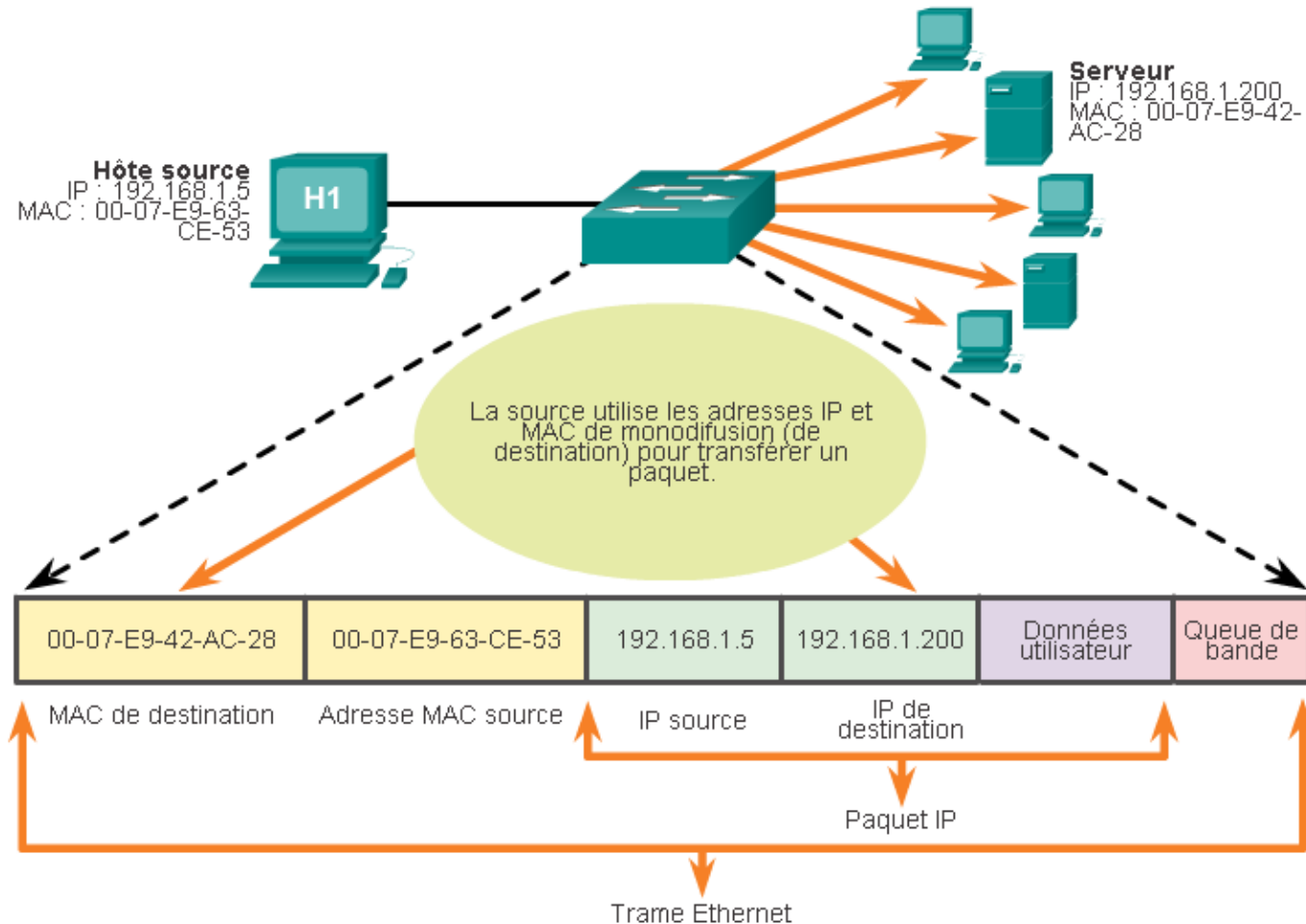
```
C:\> ipconfig/all
```

```
Ethernet adapter Local Area Connection:
```

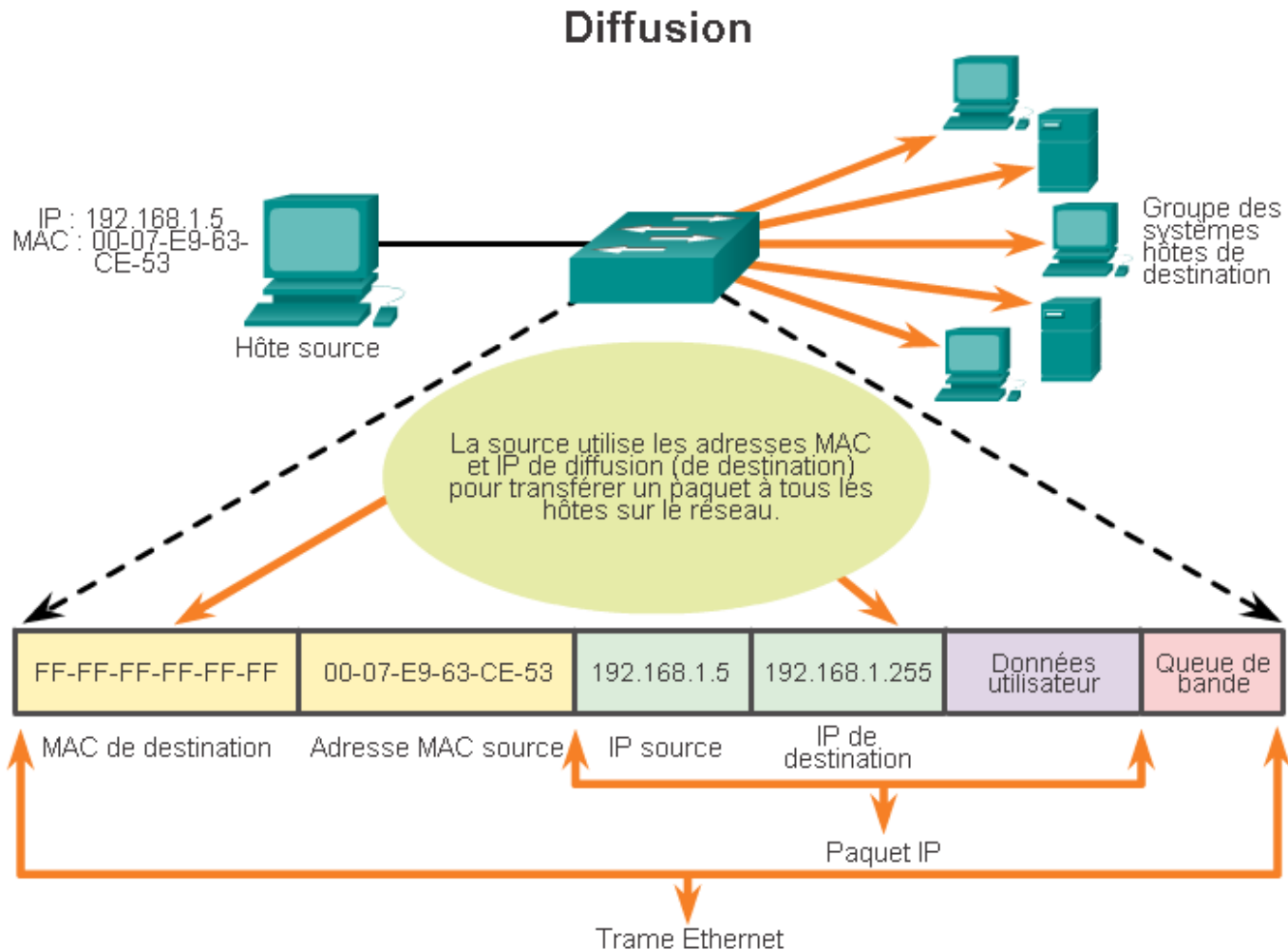
```
Connection-specific DNS Suffix  . : example.com
Description . . . . . : Intel(R) Gigabit Network Connection
Physical Address. . . . . : 00-18-DE-DD-A7-B2
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::449f:c2:de06:ebad%10 (Preferred)
IPv4 Address. . . . . : 10.10.10.2 (Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Lease Obtained. . . . . : Monday, June 01, 2015 11:19:48 AM
Lease Expires . . . . . : Thursday, June 04, 2015 11:19:49 PM
Default Gateway . . . . . : 10.10.10.1
DHCP Server . . . . . : 10.10.10.1
DNS Servers . . . . . : 10.10.10.1
```

Adresse MAC de monodiffusion

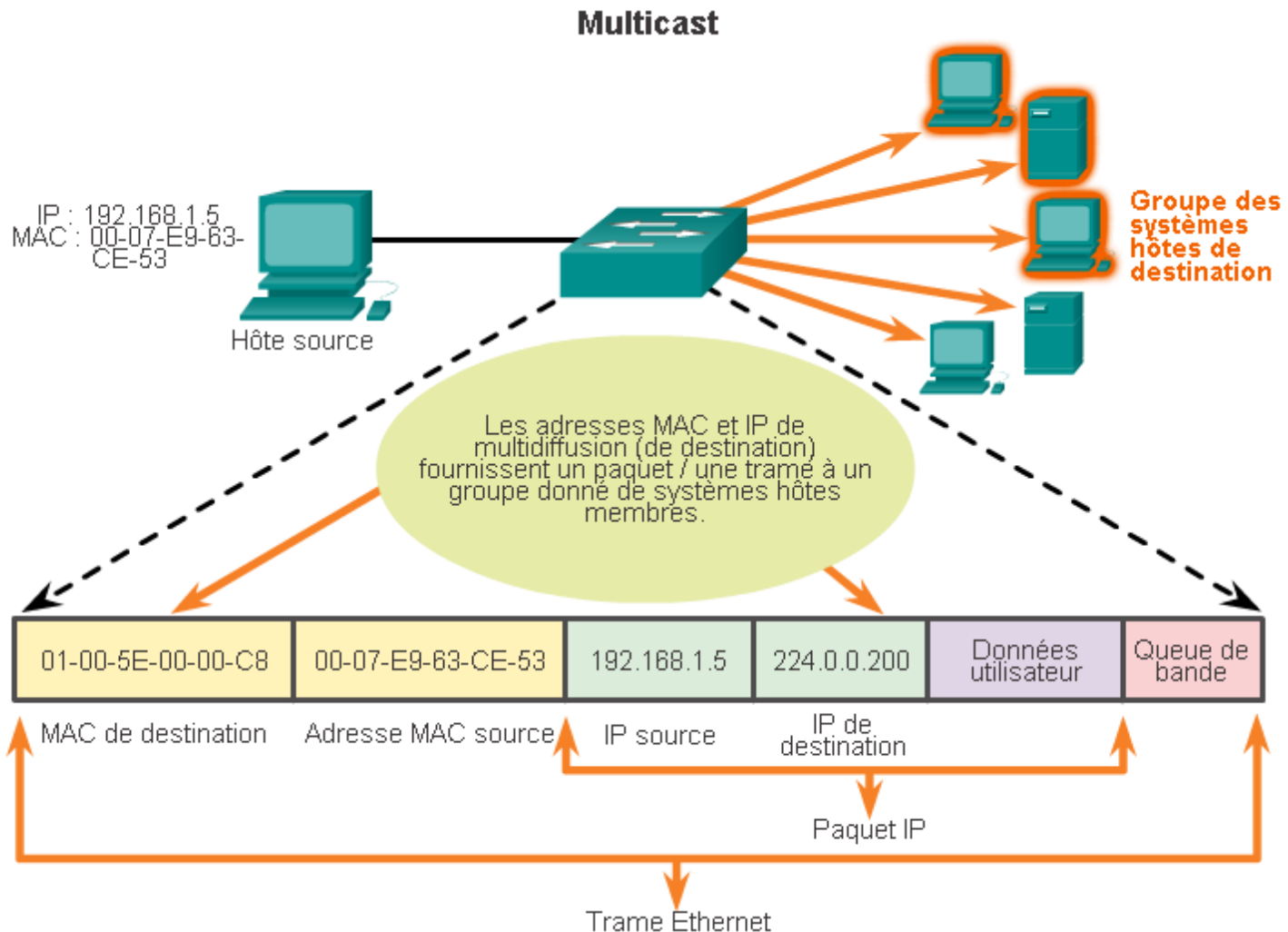
Monodiffusion



Adresse MAC de diffusion



Adresse MAC de multidiffusion



Section 5.2 :

Commutateurs LAN

À la fin de cette section, vous saurez :

- Expliquer le fonctionnement d'un commutateur
- Expliquer comment un commutateur construit sa table des adresses MAC et transmet les trames
- Décrire les méthodes de transmission du commutateur
- Décrire les types de paramètres de port disponibles pour les commutateurs de la couche 2

Rubrique 5.2.1 : Table d'adresses MAC

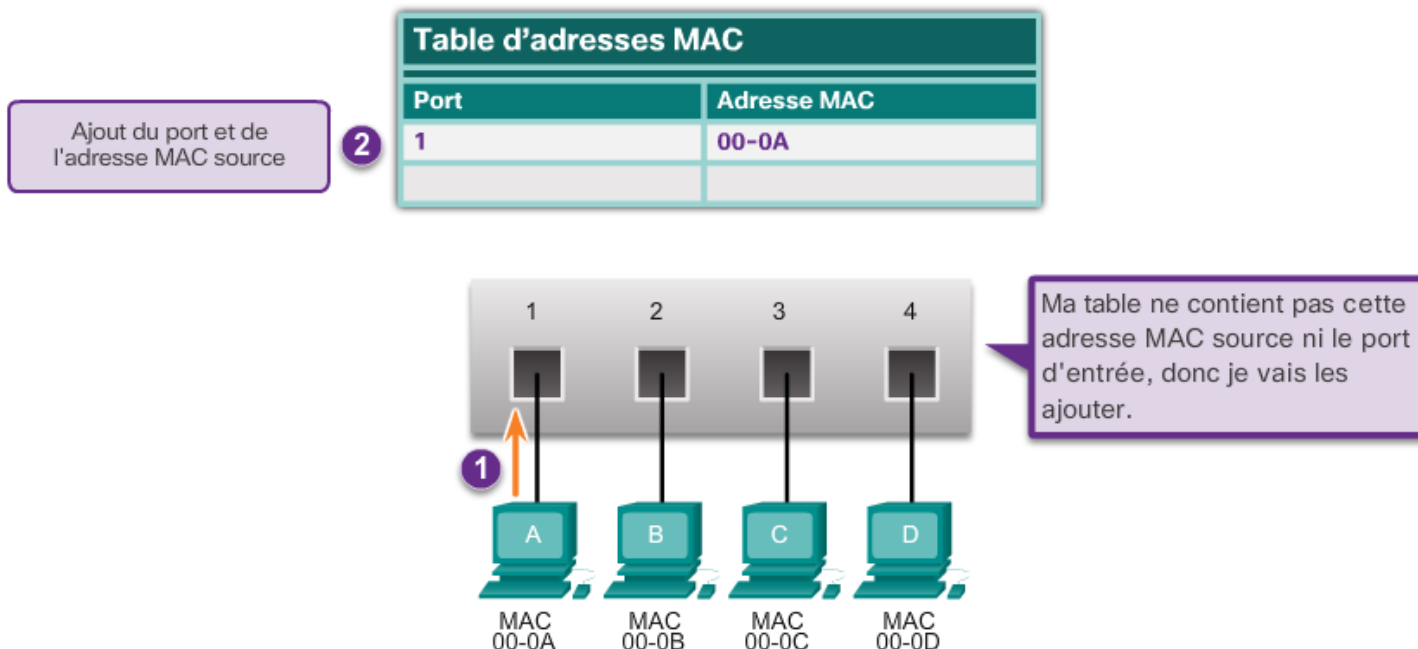


Notions fondamentales sur les commutateurs

- Un commutateur Ethernet est un périphérique de couche 2.
- Il utilise des adresses MAC pour prendre des décisions de transmission.
- La table d'adresses MAC est parfois appelée table de « mémoire adressable par contenu » (CAM, Content-addressable memory).

Apprentissage des adresses MAC

Découverte : examiner une adresse MAC source

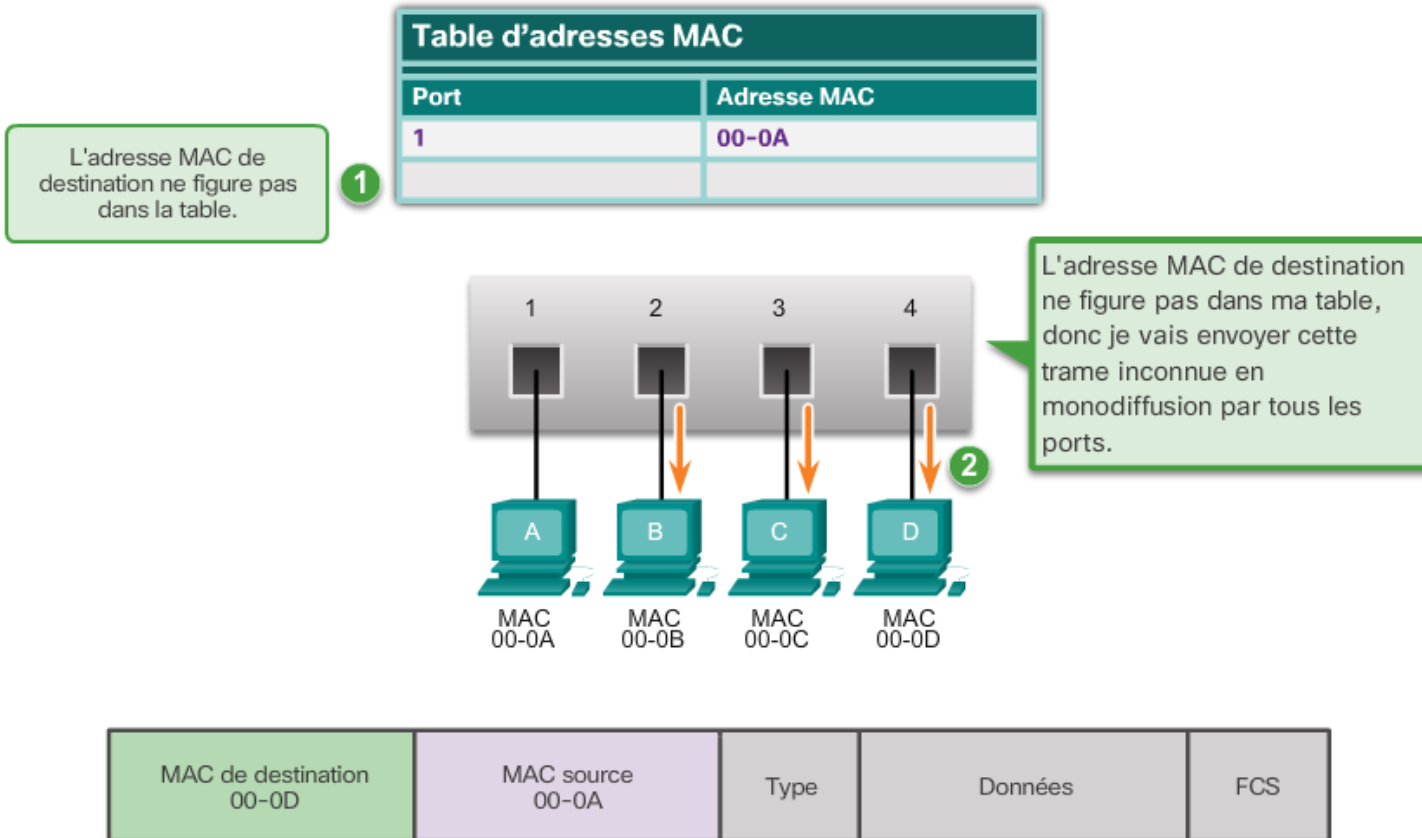


MAC de destination 00-0D	MAC source 00-0A	Type	Données	FCS
-----------------------------	---------------------	------	---------	-----

Les adresses MAC sont raccourcies à des fins de démonstration.

Apprentissage des adresses MAC (suite)

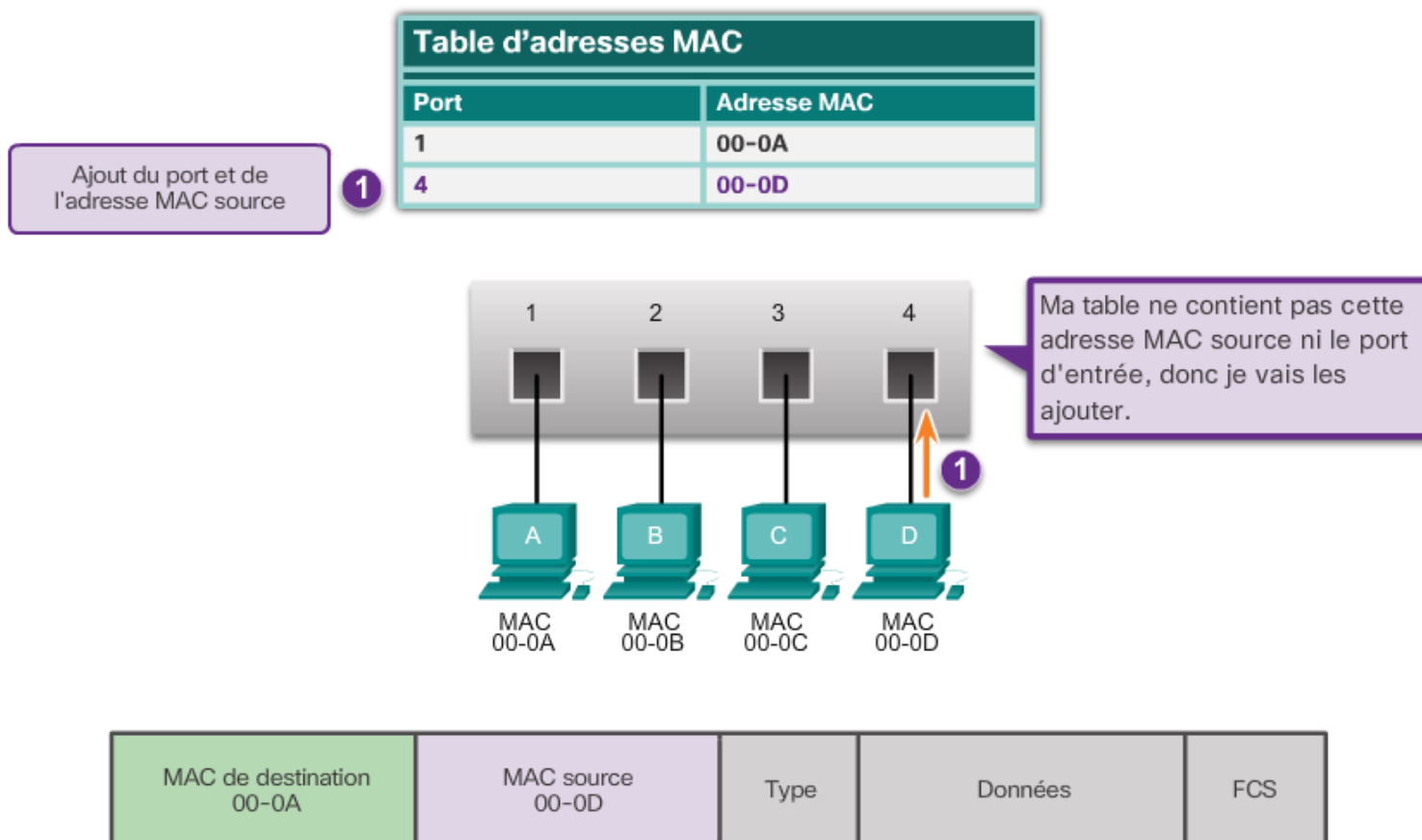
Transfert : examiner une adresse MAC de destination



Les adresses MAC sont raccourcies à des fins de démonstration.

Filtrage des trames

PC-D renvoie une trame à PC-A, et le commutateur apprend l'adresse MAC de PC-D.

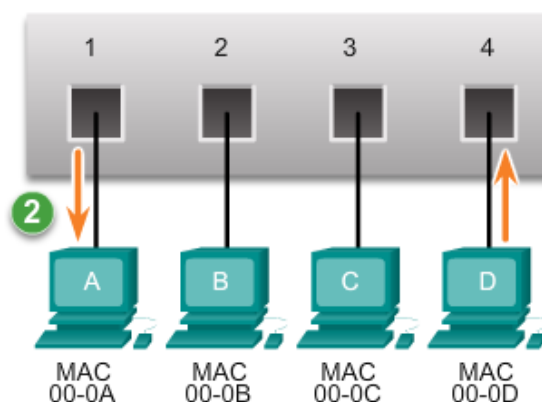


Filtrage des trames (suite)

Dans la mesure où la table d'adresses MAC du commutateur contient l'adresse MAC de PC-A, il envoie la trame au port 1 seulement.

2

Table d'adresses MAC	
Port	Adresse MAC
1	00-0A
4	00-0D



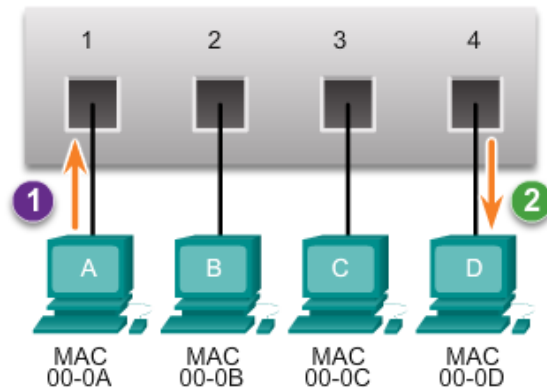
Je connais l'adresse MAC de destination, donc je vais uniquement transférer la trame par le port 1.

MAC de destination 00-0A	MAC source 00-0D	Type	Données	FCS
-----------------------------	---------------------	------	---------	-----

Filtrage des trames (suite)

PC-A envoie une autre trame à PC-D. La table du commutateur contient désormais l'adresse MAC de PC-D. Le commutateur envoie donc la trame au port 4 uniquement.

Table d'adresses MAC	
Port	Adresse MAC
1	00-0A
4	00-0D



MAC de destination 00-0D	MAC source 00-0A	Type	Données	FCS
-----------------------------	---------------------	------	---------	-----

Démonstration vidéo – Tables d'adresses MAC sur des commutateurs connectés

- Sur un commutateur, plusieurs adresses MAC peuvent être associées à un seul port.
- Cela se produit lorsque le commutateur est connecté à un autre commutateur.
- **Se reporter à la DÉMONSTRATION VIDÉO**

Démonstration vidéo – Envoi d'une trame à la passerelle par défaut

- Lorsqu'un périphérique a une adresse IP située sur un réseau distant, la trame Ethernet ne peut pas être directement envoyée au périphérique de destination.
- Elle est transmise à l'adresse MAC de la passerelle par défaut, qui est le routeur.
- Se reporter à la DÉMONSTRATION VIDÉO

Rubrique 5.2.2 : Méthodes de transmission du commutateur



Méthodes de transmission de trames sur les commutateurs Cisco

Store and Forward



Cut-through



Un commutateur Store and Forward reçoit l'intégralité de la trame et calcule le CRC. Si le CRC est valide, le commutateur recherche l'adresse de destination qui détermine l'interface de sortie. La trame est ensuite acheminée par le port approprié.

Un commutateur cut-through achemine la trame avant qu'elle ne soit entièrement reçue. Au minimum, l'adresse de destination de la trame doit être lue avant que celle-ci ne soit retransmise.

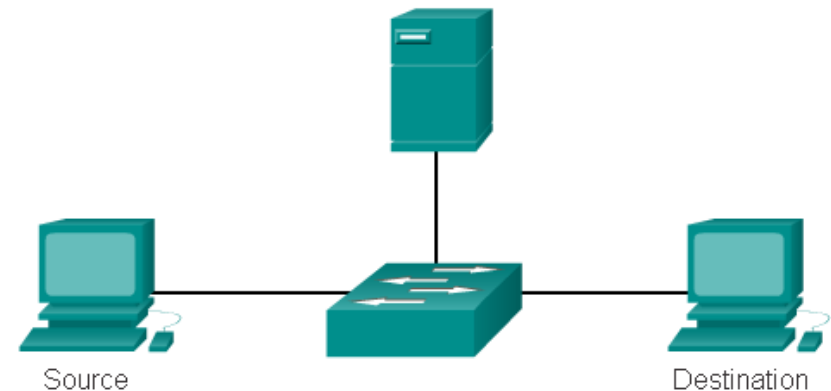
Commutation cut-through

Commutation Fast-Forward :

- Un faible niveau de latence transmet un paquet immédiatement après la lecture de l'adresse de destination.
- Méthode de commutation à la volée (« cut-through ») typique.

Commutation non fragmentée (Fragment-Free) :

- Le commutateur stocke les 64 premiers octets de la trame avant la transmission.
- La plupart des erreurs et des collisions sur le réseau se produisent dans les 64 premiers octets.



Un commutateur Store and Forward reçoit l'intégralité de la trame et calcule le CRC. Si le CRC est valide, le commutateur recherche l'adresse de destination qui détermine l'interface de sortie. La trame est ensuite acheminée par le port approprié.

Mise en mémoire tampon sur les commutateurs

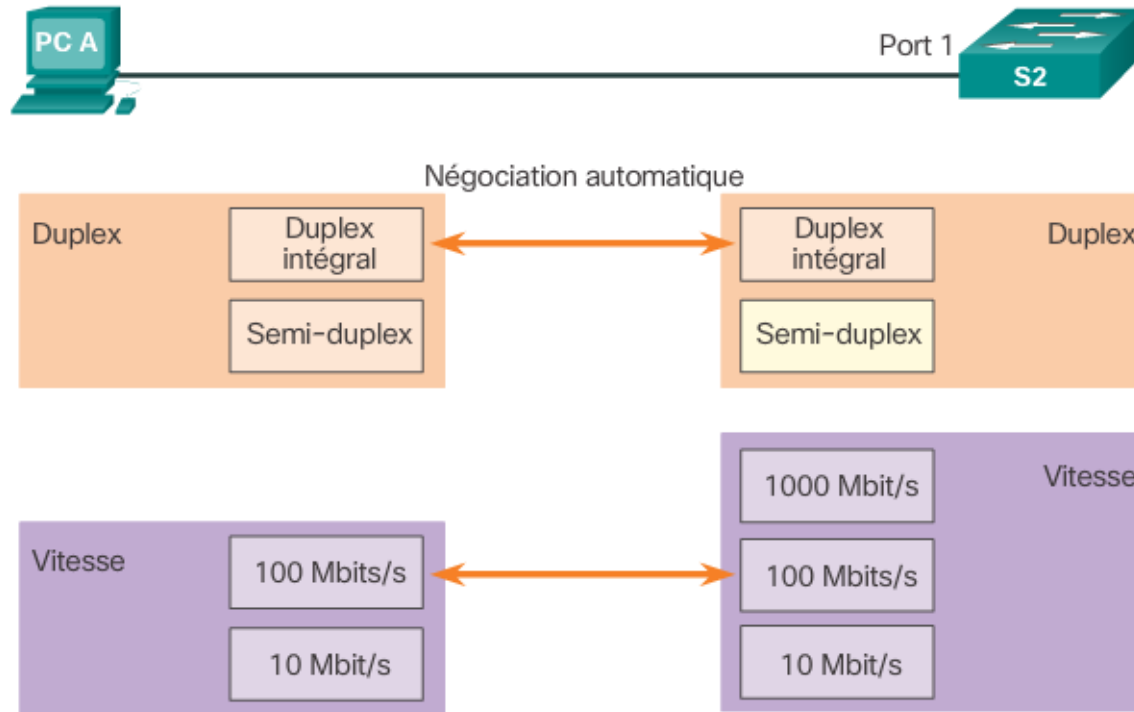
Mémoire axée sur les ports	Dans le cas de la mise en mémoire tampon axée sur les ports, les trames sont stockées dans des files d'attente liées à des ports entrants et sortants spécifiques.
Mémoire partagée	La mise en mémoire tampon partagée stocke toutes les trames dans une mémoire tampon commune à tous les ports du commutateur.

Rubrique 5.2.3 : Paramètres des ports du commutateur



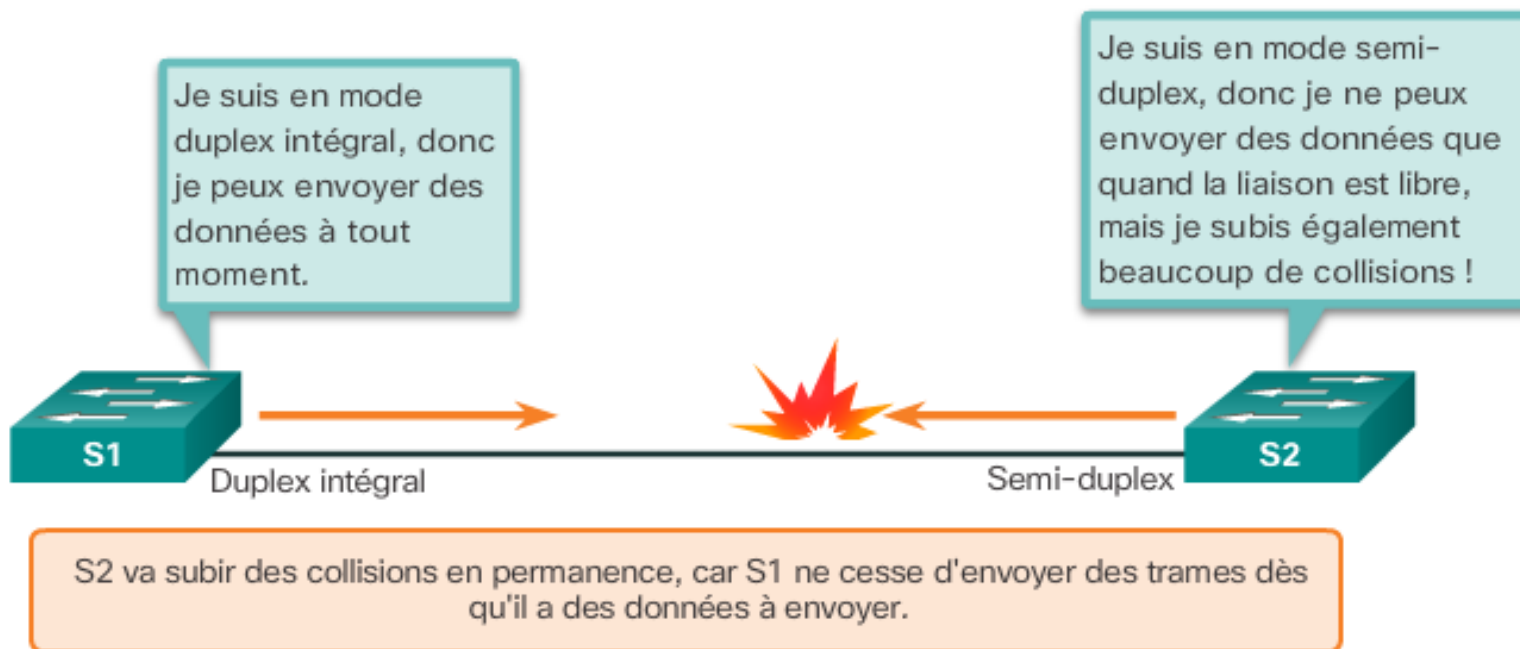
Paramètres du mode duplex et de vitesse

- Duplex intégral : les deux extrémités de la connexion peuvent envoyer et recevoir simultanément.
- Semi-duplex : seule une extrémité de la connexion peut envoyer à la fois.



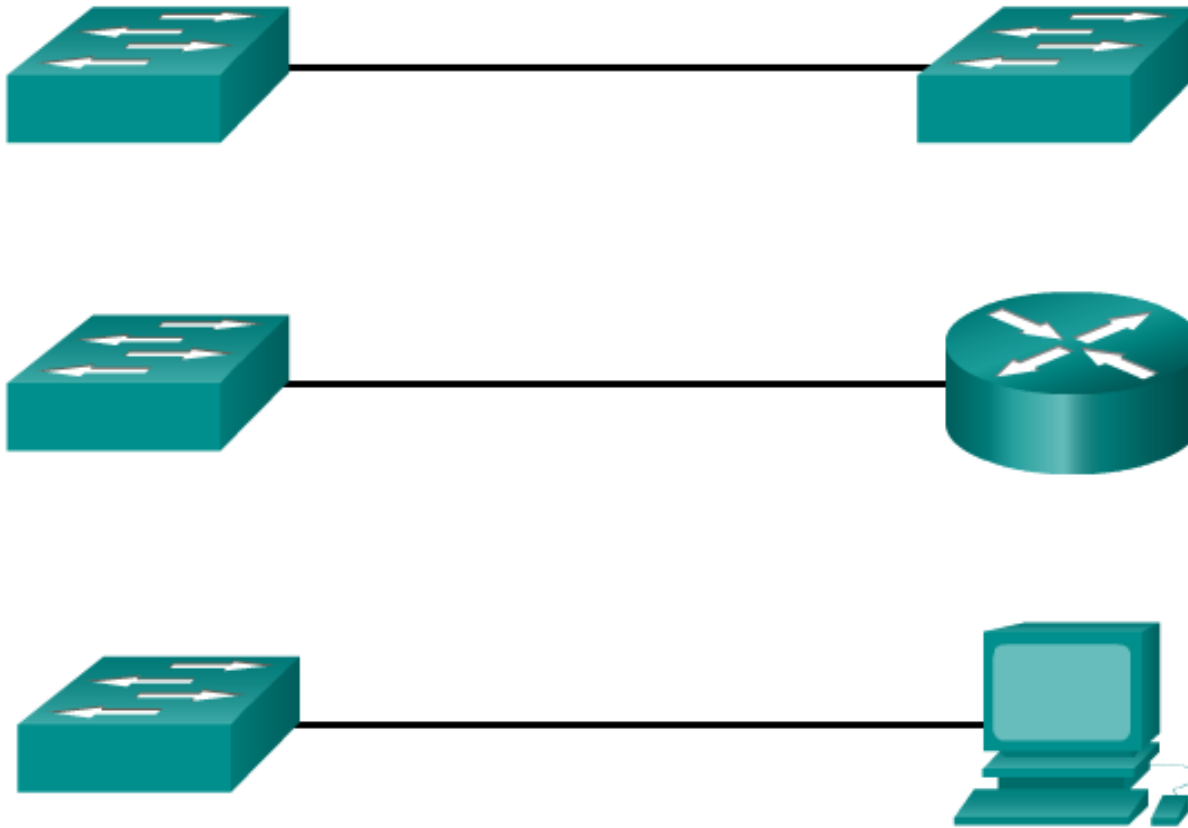
Paramètres du mode duplex et de vitesse (suite)

Sur les liaisons Ethernet 10/100 Mbit/s, les problèmes de performances découlent souvent du fait qu'un des ports de la liaison fonctionne en mode semi-duplex et l'autre en mode duplex intégral.



Auto-MDIX

L'interface croisée dépendante du support (MDIX) détecte le type de connexion requis et configure l'interface en conséquence.



Section 5.3 : Protocole ARP (Address Resolution Protocol)

À la fin de cette section, vous saurez :

- Comparer les rôles de l'adresse MAC et de l'adresse IP
- Décrire l'objectif du protocole ARP
- Expliquer l'impact qu'ont les requêtes ARP sur le réseau et les performances des hôtes

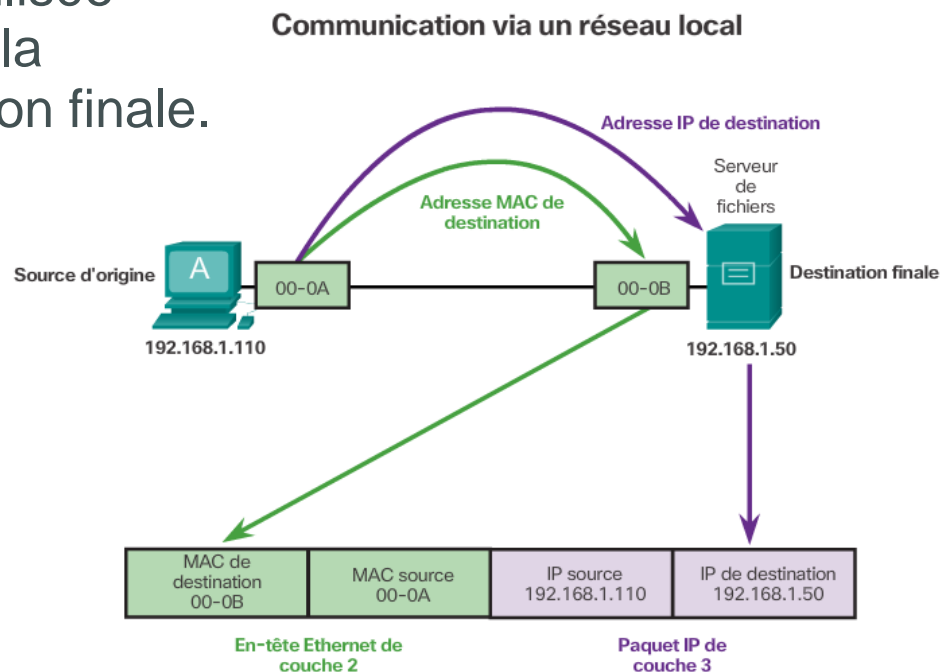
Rubrique 5.3.1 : MAC et IP



Destination sur le même réseau

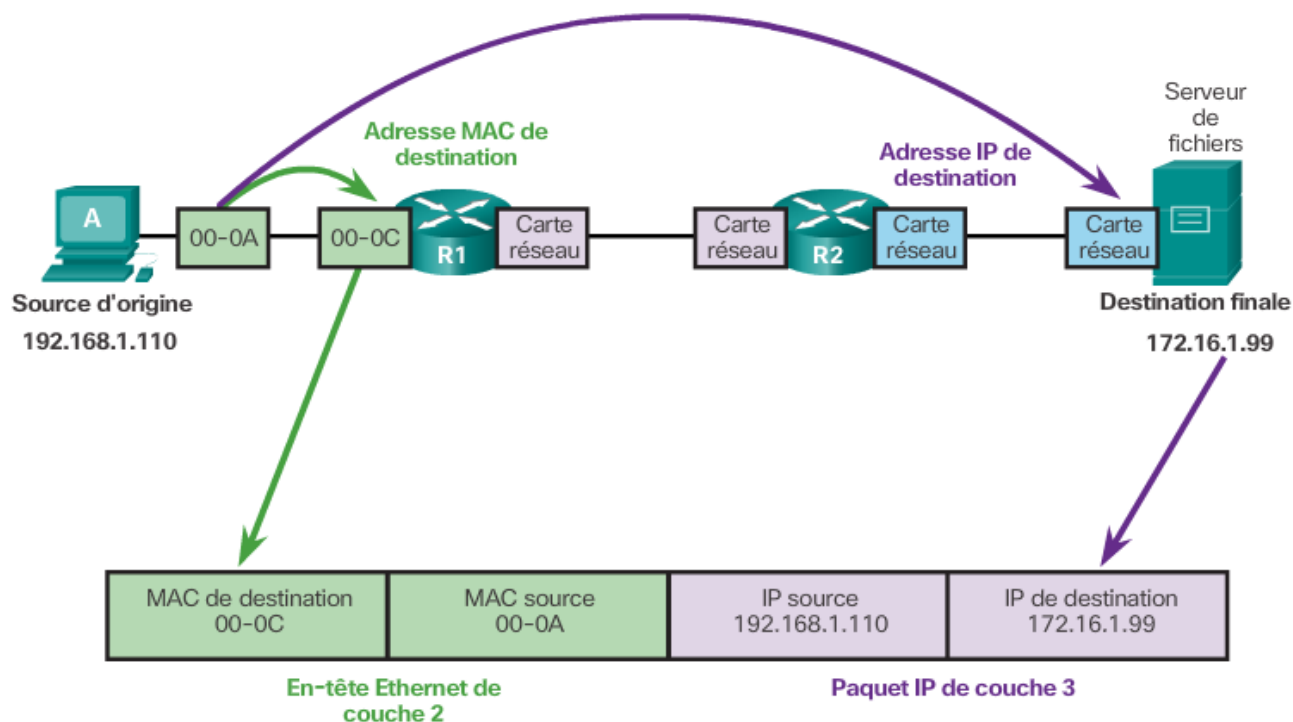
Chaque périphérique possède deux adresses principales sur un LAN Ethernet :

- Adresse physique (adresse MAC) : utilisée pour les communications entre cartes réseau Ethernet situées sur le même réseau.
- Adresse logique (adresse IP) : utilisée pour envoyer les paquets depuis la source initiale jusqu'à la destination finale.



Destination sur un réseau distant

Communication avec un réseau distant

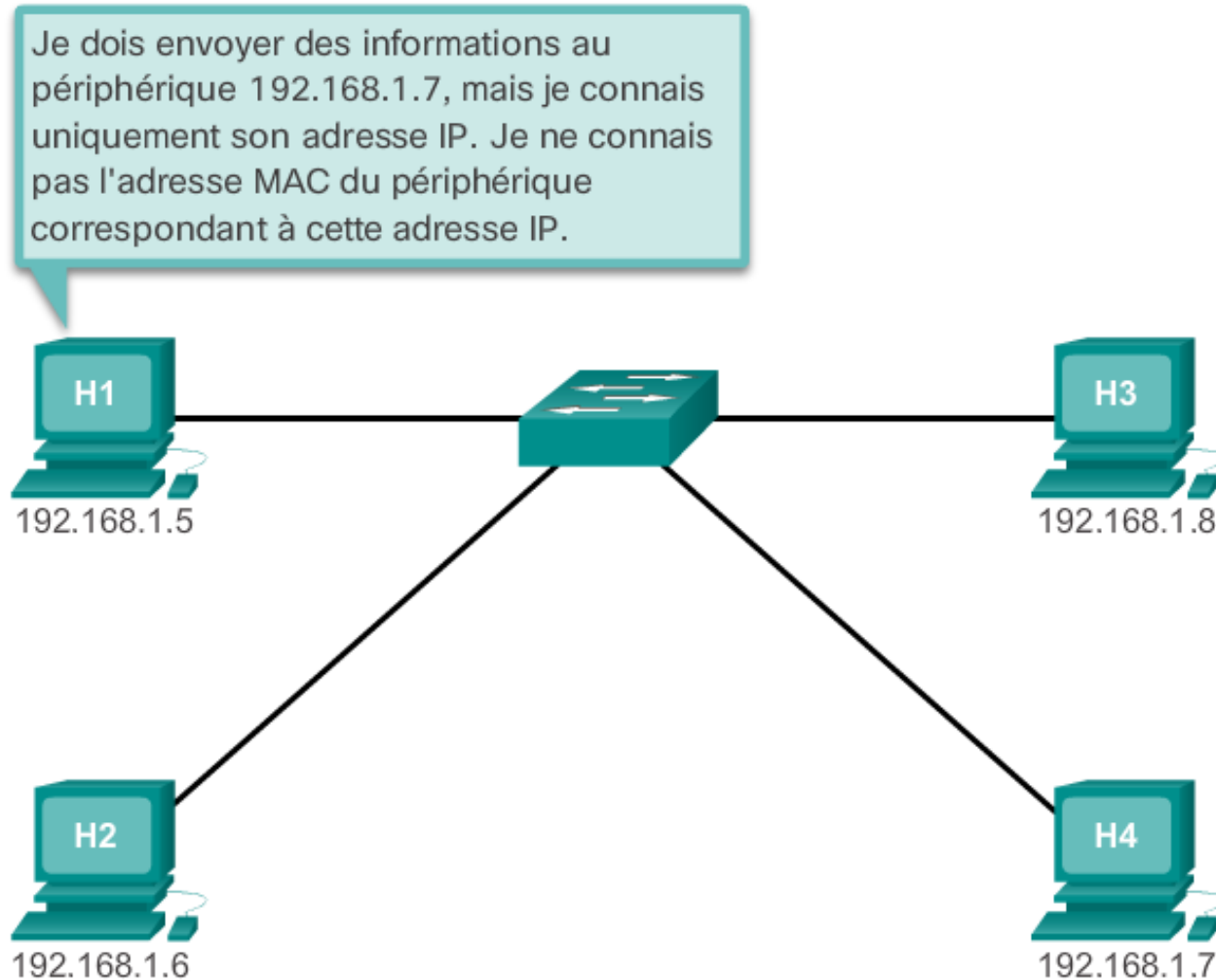


Les adresses MAC sont raccourcies à des fins de démonstration.

Rubrique 5.3.2 : Protocole ARP



Présentation du protocole ARP



Fonctions du protocole ARP

Tableau ARP

- Sert à trouver l'adresse MAP mappée à l'adresse IPv4 de destination
- Si l'adresse IPv4 de destination se situe sur le même réseau que l'adresse IPv4 source, le périphérique recherche l'adresse IPv4 de destination dans la table ARP.
- Si l'adresse IPv4 de destination se trouve sur un autre réseau, le périphérique recherche l'adresse de destination IPv4 de la passerelle par défaut.
- Si le périphérique localise l'adresse IPv4, son adresse MAC correspondante est utilisée comme adresse MAC de destination dans la trame.
- Si aucune entrée n'est trouvée, la requête ARP est transmise.

Requête ARP

- Envoyée lorsqu'un périphérique a besoin d'une adresse MAC associée à une adresse IPv4 et qu'il n'a pas d'entrée dans sa table ARP.
- Le message de la requête ARP contient les éléments suivants :
 - Target IPv4 address : adresse IPv4 qui nécessite une adresse MAC correspondante.
 - Target MAC address : adresse MAC inconnue et qui sera vide dans le message de la requête ARP
- La requête ARP est encapsulée dans une trame Ethernet à l'aide des informations d'en-tête suivantes :
 - Destination MAC address : adresse de diffusion nécessitant que toutes les cartes réseau sur le LAN acceptent et traitent la requête ARP.
 - Source MAC address : adresse MAC de l'expéditeur.
 - Type : les messages ARP ont un champ de type égal à 0x806.
- **Se reporter à la DÉMONSTRATION VIDÉO**

Réponse ARP

- Le périphérique dont l'adresse IPv4 cible est présente dans la requête ARP envoie une réponse ARP. Le message de la réponse ARP contient les éléments suivants :

Sender's IPv4 address : adresse IPv4 de l'expéditeur, c'est-à-dire du périphérique dont l'adresse MAC a été demandée

Sender's MAC address : adresse MAC de l'expéditeur, c'est-à-dire celle dont a besoin l'expéditeur de la requête ARP.

- La réponse ARP est encapsulée dans une trame Ethernet à l'aide des informations d'en-tête suivantes :

Adresse MAC de destination : adresse MAC de l'expéditeur.

Adresse MAC source : expéditeur de l'adresse MAC de la réponse ARP.

Type : les messages ARP ont un champ de type égal à 0x806.

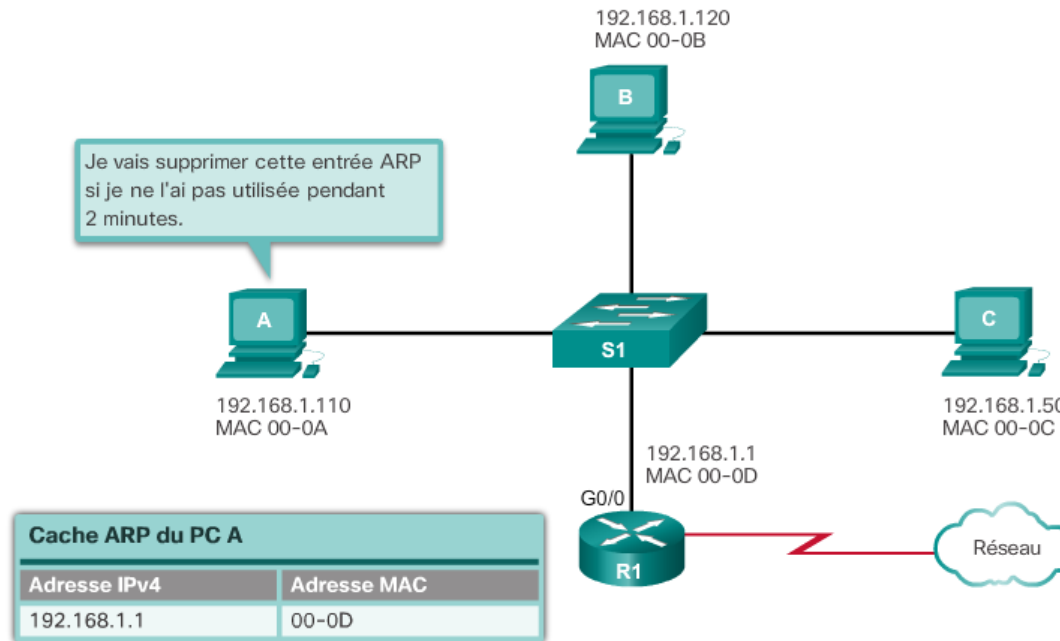
- **Se reporter à la DÉMONSTRATION VIDÉO**

Démonstration vidéo – Rôle du protocole ARP dans la communication distante

- Lorsque l'adresse IPv4 de destination n'est pas sur le même réseau que l'adresse IPv4 source, le périphérique source doit envoyer la trame à sa passerelle par défaut.
- La source examine sa table ARP à la recherche d'une entrée correspondant à l'adresse IPv4 de la passerelle par défaut.
- S'il n'y a pas d'entrée, elle utilise le processus ARP pour déterminer l'adresse MAC de la passerelle par défaut.
- **Se reporter à la DÉMONSTRATION VIDÉO**

Suppression des entrées d'une table ARP

- Le minuteur du cache ARP supprime les entrées qui n'ont pas été utilisées pendant un certain temps.
- Des commandes permettent aussi de supprimer manuellement les entrées du tableau ARP totalement ou partiellement.



Tables ARP sur les périphériques réseau

Table ARP de routeur

```
Router# show ip arp
```

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	172.16.233.229	-	0000.0c59.f892	ARPA	Ethernet0/0
Internet	172.16.233.218	-	0000.0c07.ac00	ARPA	Ethernet0/0
Internet	172.16.168.11	-	0000.0c63.1300	ARPA	Ethernet0/0
Internet	172.16.168.254	9	0000.0c36.6965	ARPA	Ethernet0/0

Tables ARP sur les périphériques réseau (suite)

Table ARP d'hôte

```
C:\> arp -a
```

```
Interface: 192.168.1.67 --- 0xa
```

Internet Address	Physical Address	Type
192.168.1.254	64-0f-29-0d-36-91	dynamic
192.168.1.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	static
224.0.0.22	01-00-5e-00-00-16	static
224.0.0.251	01-00-5e-00-00-fb	static
224.0.0.252	01-00-5e-00-00-fc	static
255.255.255.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	static

```
Interface: 10.82.253.91 --- 0x10
```

Internet Address	Physical Address	Type
10.82.253.92	64-0f-29-0d-36-91	dynamic
224.0.0.22	01-00-5e-00-00-16	static
224.0.0.251	01-00-5e-00-00-fb	static
224.0.0.252	01-00-5e-00-00-fc	static
255.255.255.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	static

Rubrique 5.3.3 : Problèmes liés au protocole ARP

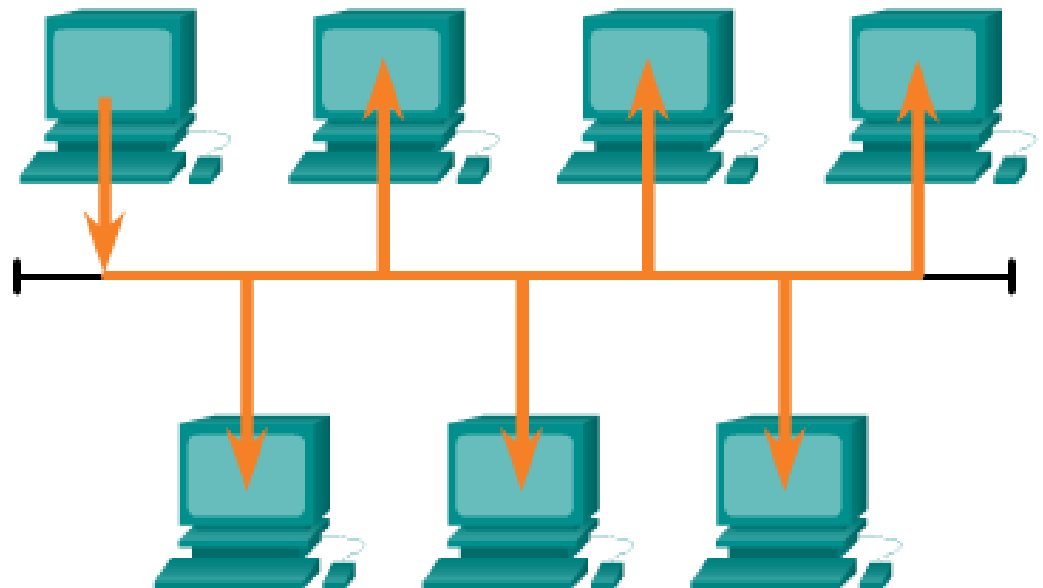


Diffusions ARP

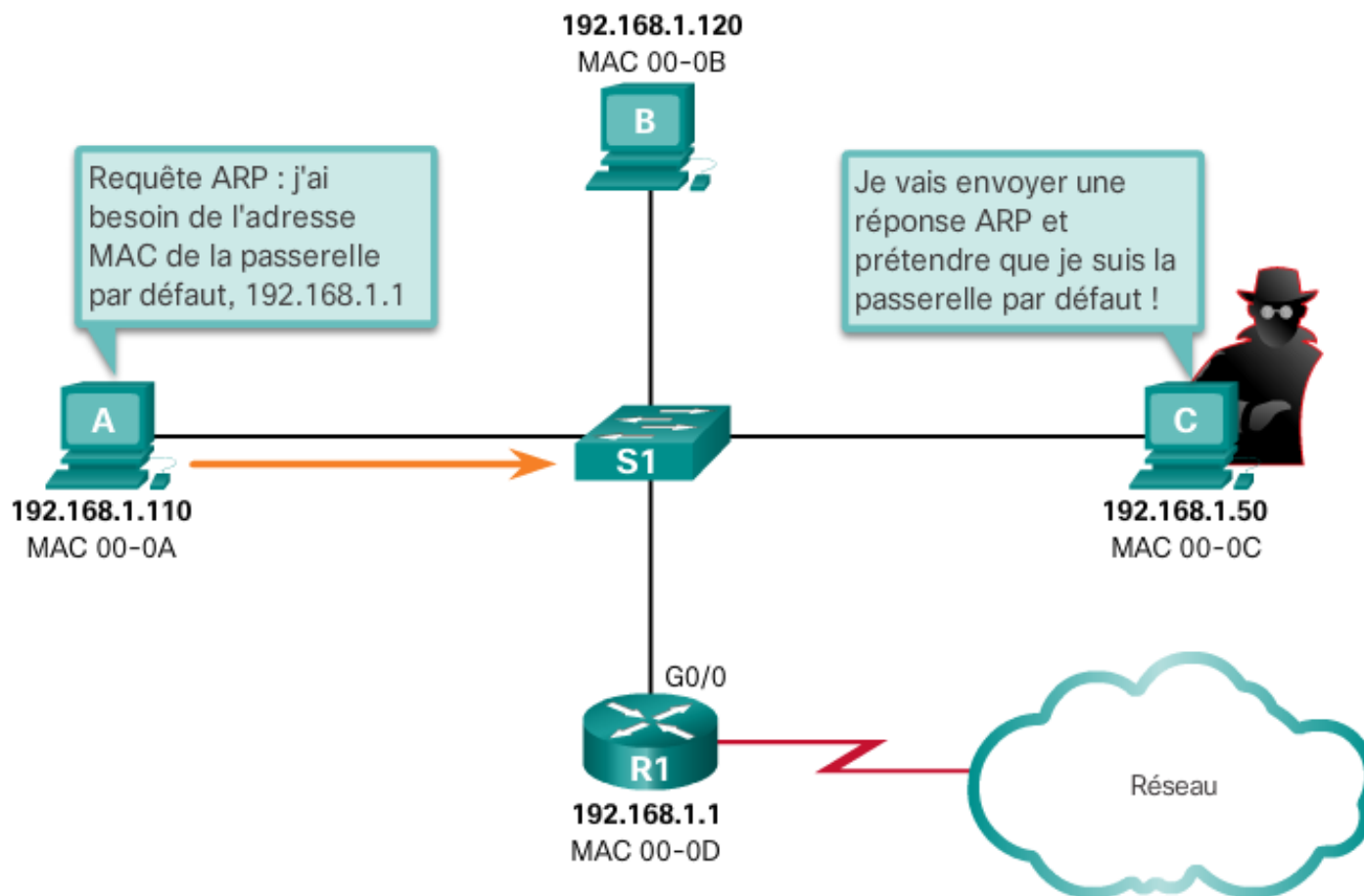
Tous les périphériques mis sous tension en même temps

Supports partagés (accès multiple)

Les diffusions ARP peuvent inonder les supports locaux.



Usurpation ARP



Les adresses MAC sont raccourcies à des fins de démonstration.

Section 5.4 : Résumé

Objectifs du chapitre :

- Expliquer le fonctionnement d'Ethernet
- Expliquer le fonctionnement d'un commutateur
- Expliquer comment le protocole de résolution d'adresse permet de communiquer sur un réseau

Merci.



Cisco Networking Academy
Mind Wide Open