

Chapitre 5 : Technologie Ethernet

CCNA Routing and Switching,
Introduction to Networks v6.0



Chapitre 5 – Sections et objectifs

▪ 5.1 Protocole Ethernet

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

▪ 5.2 Commutateurs LAN

- 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 par commutateur et les paramètres de port disponibles sur les ports de commutateur de couche 2.

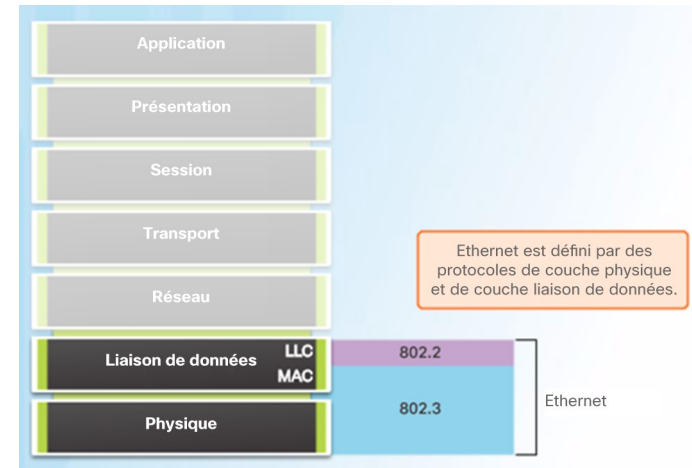
▪ 5.3 Protocole de résolution d'adresse

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

5.1 Protocole Ethernet

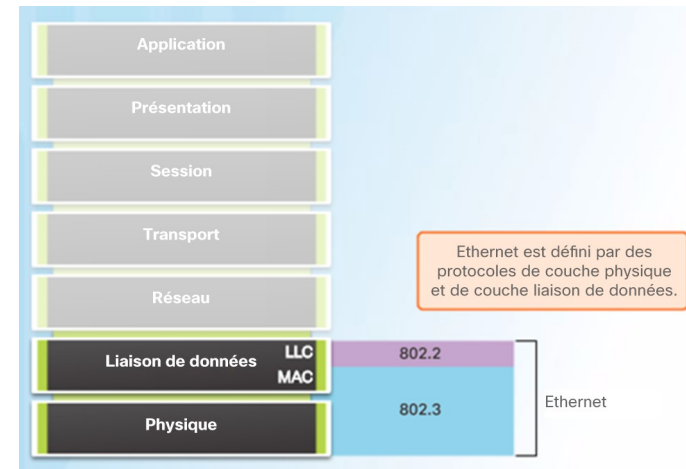
Encapsulation Ethernet

- Ethernet est la technologie LAN la plus répandue aujourd'hui.
 - Définies dans les normes IEEE 802.2 et 802.3.
 - Il prend en charge des bandes passantes de données de 10 Mbit/s, 100 Mbit/s, 1 000 Mbit/s (1 Gbit/s), 10 000 Mbit/s (10 Gbit/s), 40 000 Mbit/s (40 Gbit/s) et 100 000 Mbit/s (100 Gbit/s).
- Il fonctionne au niveau de la couche liaison de données et de la couche physique.
- Ethernet dépend de deux sous-couches distinctes de la couche liaison de données : la sous-couche de contrôle de liaison logique (LLC) et la sous-couche MAC.



Encapsulation Ethernet (suite)

- La sous-couche LLC Ethernet gère la communication entre les couches supérieures et les couches inférieures. La mise en œuvre de la sous-couche IT se fait au niveau logiciel et est indépendante du matériel.
- La sous-couche MAC est la sous-couche inférieure de la couche liaison de données. Elle est mise en œuvre au niveau matériel, généralement sur la carte réseau de l'ordinateur.



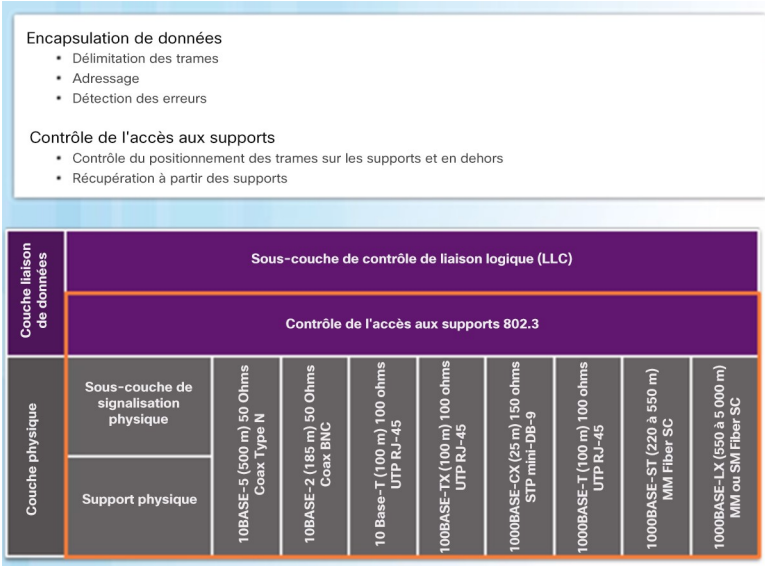
La trame Ethernet

Sous-couche MAC

- La sous-couche MAC a deux fonctions clés :
 - Encapsulation des données
 - Contrôle de l'accès aux supports

- Elle assure trois fonctions de base :
 - Délimitation des trames
 - Adressage
 - Détection des erreurs

- Le contrôle d'accès au support gère le placement des trames sur les supports et leur suppression. Cette sous-couche communique directement avec la couche physique.

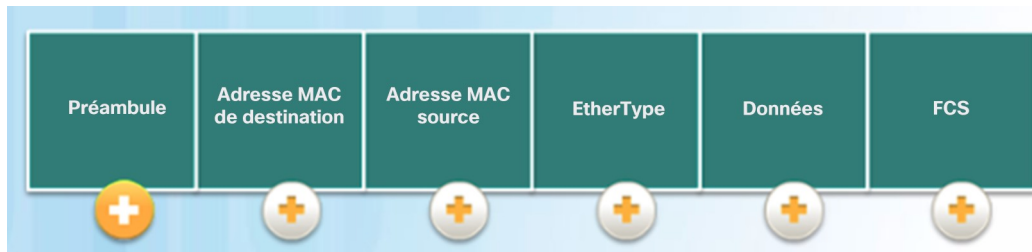


Évolution d'Ethernet

- Depuis 1973, les normes d'Ethernet se sont développées et spécifient désormais des versions plus rapides et plus flexibles.
- Les versions précédentes d'Ethernet étaient relativement lentes, de l'ordre de 10 Mbit/s.
- Les versions d'Ethernet les plus récentes fonctionnent à 10 gigabits par seconde au minimum.

Champs de trame Ethernet

- La taille minimale des trames Ethernet entre l'adresse MAC de destination et la FCS est de 64 octets et la taille maximale de 1 518 octets.



- Les trames inférieures à 64 octets sont appelées « fragment de collision » ou une « trame incomplète » et sont automatiquement rejetées par les périphériques récepteurs. Les trames de plus de 1 500 octets de données sont considérées comme des trames « jumbo » (géantes) ou « baby giant frames » (légèrement géantes).
- Si la taille d'une trame transmise est inférieure à la taille minimale ou supérieure à la taille maximale, le périphérique récepteur abandonne la trame.

Travaux pratiques – Utilisation de Wireshark pour examiner les trames Ethernet

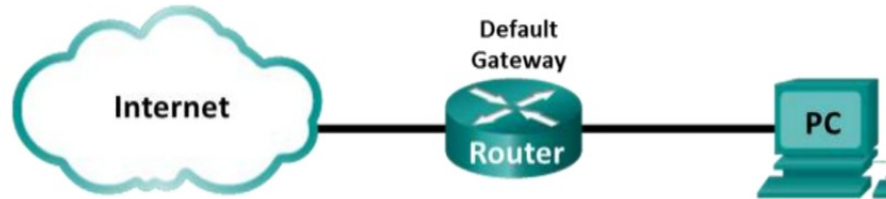


Cisco Networking Academy®

Mind Wide Open™

Lab – Using Wireshark to Examine Ethernet Frames

Topology



Objectives

Part 1: Examine the Header Fields in an Ethernet II Frame

Part 2: Use Wireshark to Capture and Analyze Ethernet Frames

Background / Scenario

When upper layer protocols communicate with each other, data flows down the Open Systems Interconnection (OSI) layers and is encapsulated into a Layer 2 frame. The frame composition is dependent on the media access type. For example, if the upper layer protocols are TCP and IP and the media access is Ethernet, then the Layer 2 frame encapsulation will be Ethernet II. This is typical for a LAN environment.

When learning about Layer 2 concepts, it is helpful to analyze frame header information. In the first part of this lab, you will review the fields contained in an Ethernet II frame. In Part 2, you will use Wireshark to capture and analyze Ethernet II frame header fields for local and remote traffic.

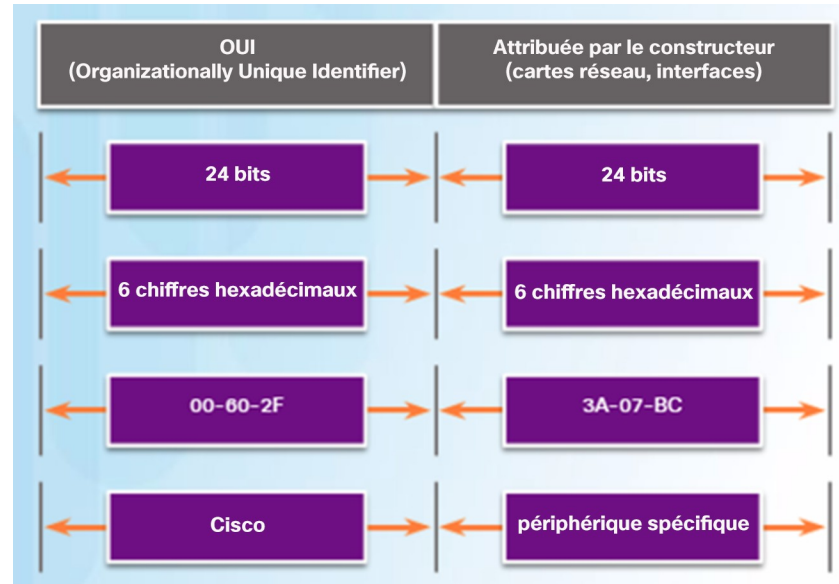
Adresses MAC et format hexadécimal

- Une adresse MAC Ethernet est une valeur binaire de 48 bits constituée de 12 chiffres hexadécimaux (4 bits par chiffre hexadécimal).
- Le format hexadécimal permet de représenter les adresses MAC Ethernet et les adresses IPv6.
 - Hexadécimal est un système en base seize utilisant les chiffres de 0 à 9 et les lettres de A à F.
 - Il est plus facile de représenter une valeur à l'aide d'un seul chiffre hexadécimal que de quatre bits binaires.
 - Le système hexadécimal est généralement représenté à l'écrit par la valeur concernée précédée de 0x (par exemple, 0x73).
- Convertit la valeur décimale ou hexadécimale en valeur binaire, puis de convertir cette dernière en valeur décimale ou hexadécimale, selon les besoins.

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

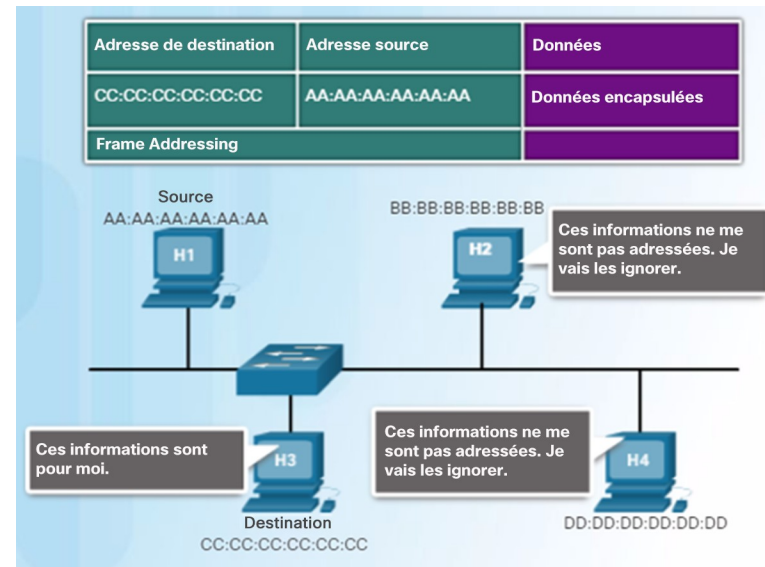
Adresses MAC : identité Ethernet

- Les adresses MAC ont été créées pour identifier la source et la destination réelles.
 - Les règles d'adresse MAC sont établies par l'IEEE.
 - L'IEEE attribue au constructeur un code de 3 octets (24 bits) appelé OUI (Organizationally Unique Identifier).
- L'IEEE demande aux revendeurs de suivre deux règles simples :
 - Toutes les adresses MAC attribuées à une carte réseau ou à un autre périphérique Ethernet doivent utiliser, comme 3 premiers octets, l'identifiant OUI attribué au revendeur correspondant.
 - Toutes les adresses MAC ayant le même identifiant OUI doivent utiliser une valeur unique dans les 3 derniers octets.



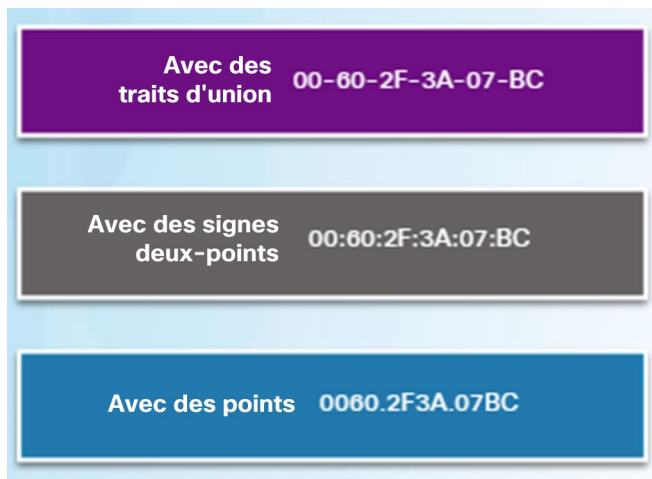
Traitement des trames

- L'adresse MAC est souvent désignée sous le nom d'adresse BIA (Burned-In Address), ce qui signifie que l'adresse est encodée de manière permanente dans la puce de mémoire morte. Lorsque l'ordinateur démarre, la carte réseau commence par copier l'adresse MAC de la mémoire morte à la mémoire vive.
- Lorsqu'un périphérique transmet un message à un réseau Ethernet, il intègre des informations d'en-tête au paquet.
- Les informations d'en-tête contiennent l'adresse MAC source et de destination.



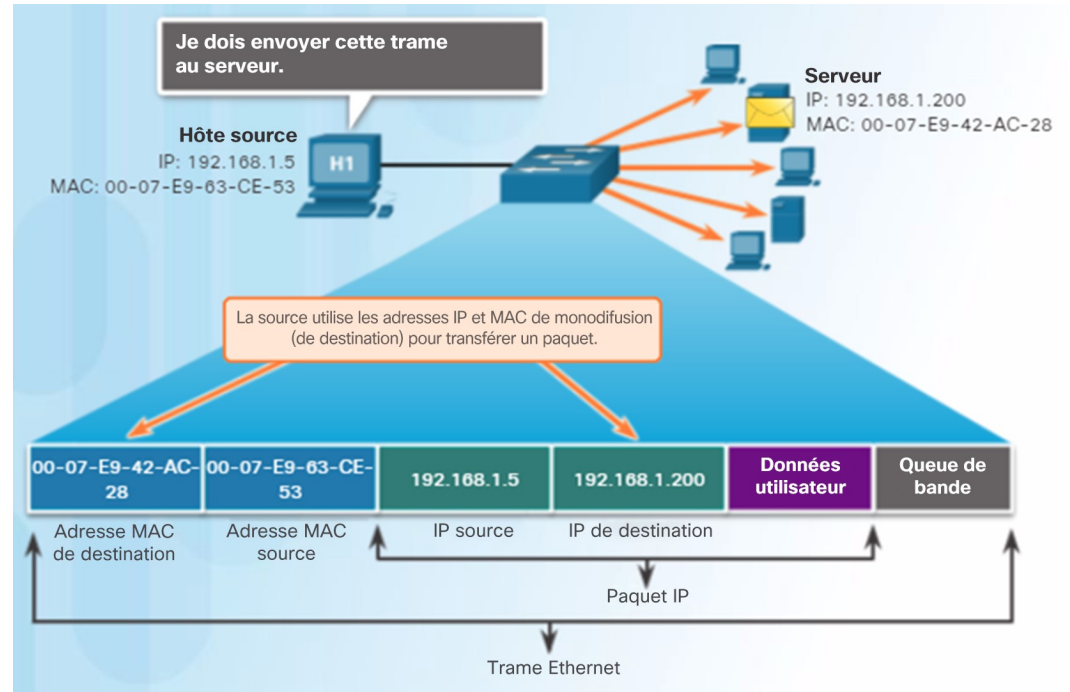
Représentations des adresses MAC

- Utilisez la commande **ipconfig/all** sur un hôte Windows pour identifier l'adresse MAC d'un adaptateur Ethernet. Sur les hôtes MAC ou Linux, c'est la commande **ifconfig** qui est utilisée.
- Selon le périphérique et le système d'exploitation, différentes représentations des adresses MAC s'affichent.



Adresse MAC de monodiffusion

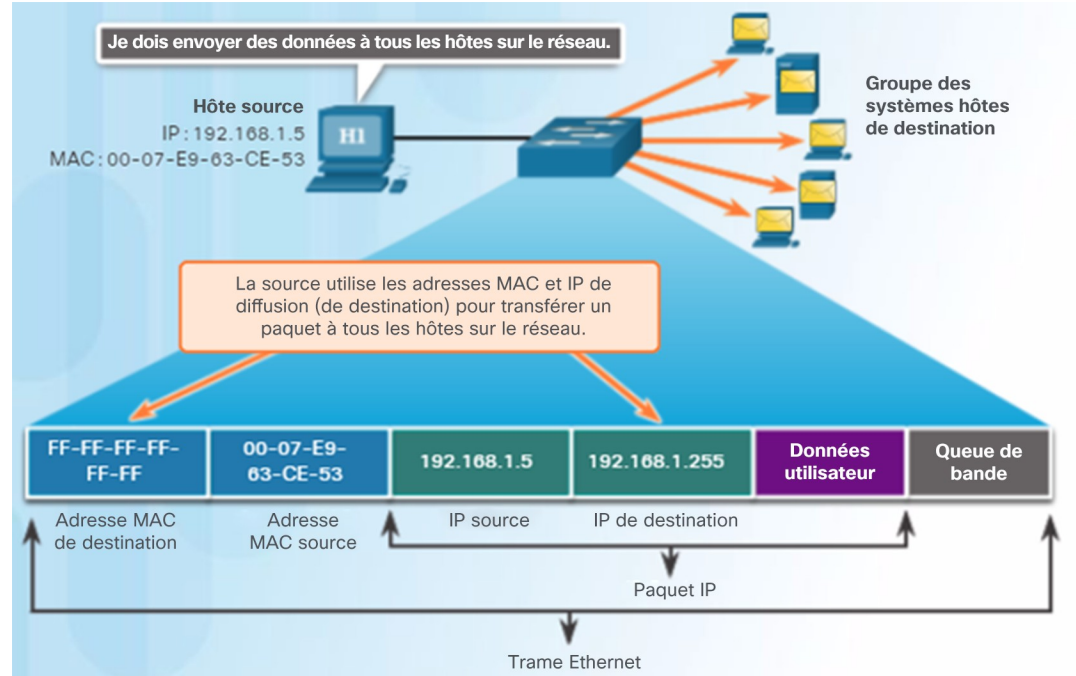
- L'adresse MAC de monodiffusion est l'adresse unique utilisée lorsqu'une trame est envoyée à partir d'un seul périphérique émetteur, à un seul périphérique destinataire.
- Pour qu'un paquet de monodiffusion soit envoyé et reçu, une adresse IP de destination doit figurer dans l'en-tête du paquet IP et une adresse MAC de destination correspondante doit également être présente dans l'en-tête de la trame Ethernet.



Les adresses MAC Ethernet

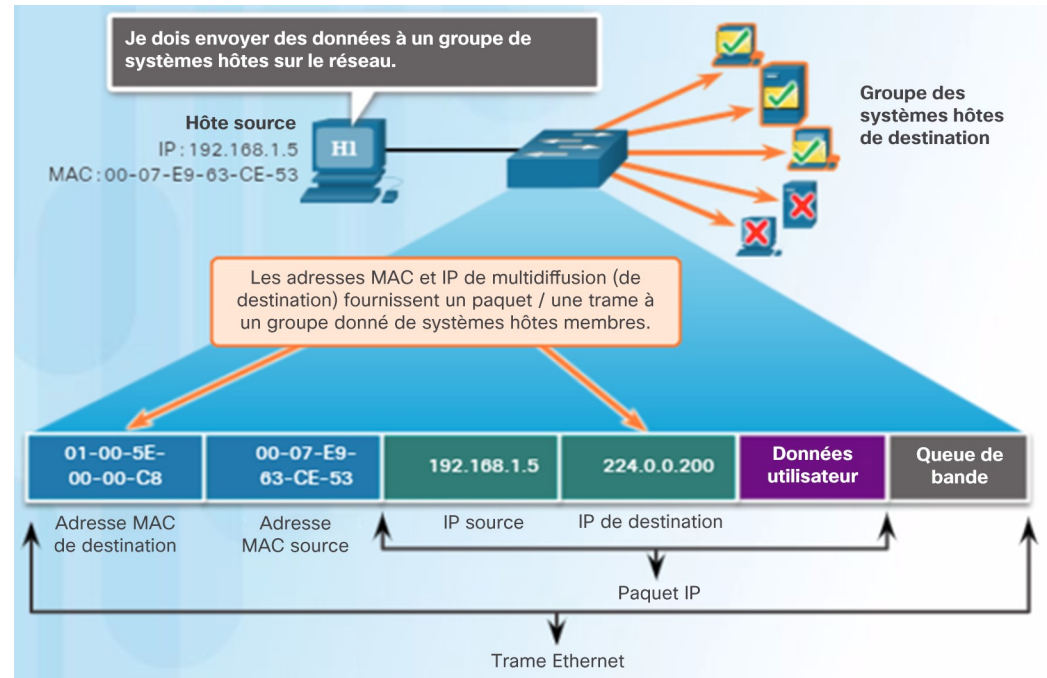
Adresse MAC de diffusion

- De nombreux protocoles réseau, tels que DHCP et ARP, utilisent les diffusions.
- Un paquet de diffusion contient une adresse IPv4 de destination qui ne contient que des uns (1) dans la partie hôte indiquant que tous les hôtes sur le réseau local recevront le paquet et le traiteront.
- Lorsque le paquet de diffusion IPv4 est encapsulé dans la trame Ethernet, l'adresse MAC de destination est l'adresse de diffusion MAC FF-FF-FF-FF-FF-FF au format hexadécimal (48 uns en binaire).



Adresse MAC de multidiffusion

- Les adresses de multidiffusion permettent à un périphérique source d'envoyer un paquet à un groupe de périphériques.
- Les périphériques d'un groupe multidiffusion se voient affecter une adresse IP de groupe multidiffusion dans la plage 224.0.0.0 à 239.255.255.255 (les adresses de multidiffusion IPv6 commencent par FF00::/8.).
- L'adresse IP de multidiffusion nécessite une adresse MAC de multidiffusion correspondante qui commence par 01-00-5E dans un format hexadécimal.



Travaux pratiques – Affichage des adresses MAC des périphériques réseau



Cisco Networking Academy®

Mind Wide Open™

Lab – Viewing Network Device MAC Addresses

Topology



Addressing Table

Device	Interface	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
S1	VLAN 1	192.168.1.1	255.255.255.0	N/A
PC-A	NIC	192.168.1.3	255.255.255.0	192.168.1.1

Objectives

Part 1: Configure Devices and Verify Connectivity

Part 2: Display, Describe, and Analyze Ethernet MAC Addresses

Background / Scenario

Every device on an Ethernet LAN is identified by a Layer 2 MAC address. This address is assigned by the manufacturer and stored in the firmware of the NIC. This lab will explore and analyze the components that make up a MAC address, and how you can find this information on a switch and a PC.

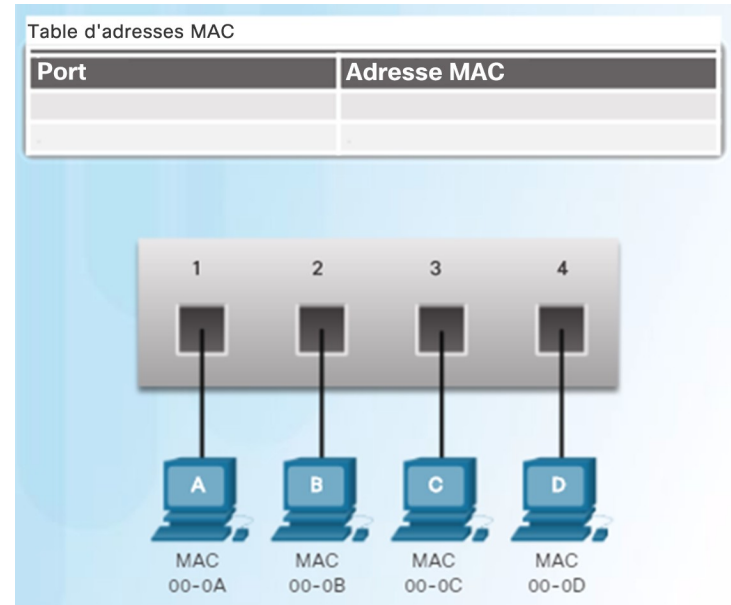
You will cable the equipment as shown in the topology. You will configure the switch and PC to match the addressing table. You will verify your configurations by testing for network connectivity.

After the devices have been configured and network connectivity has been verified, you will use various commands to retrieve information from the devices to answer questions about your network equipment.

5.2 Commutateurs LAN

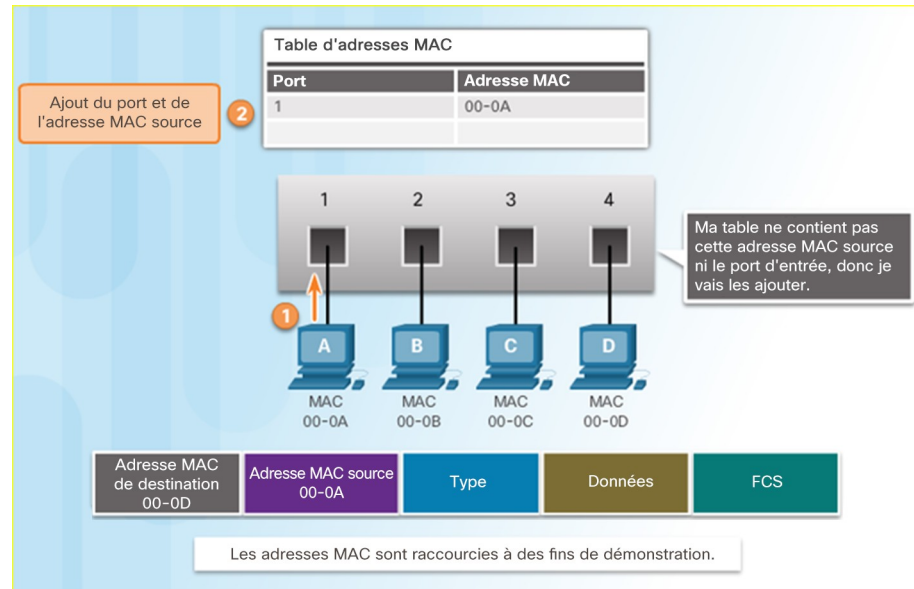
Notions fondamentales sur les commutateurs

- Les décisions d'un commutateur Ethernet de couche 2 du concernant la transmission de données reposent uniquement sur les adresses MAC Ethernet de couche 2.
- Un commutateur qui est sous tension aura une table d'adresses MAC vide, car il n'a pas encore appris les adresses MAC des quatre PC connectés.
- Remarque : la table d'adresses MAC est parfois appelée table de mémoire associative (CAM).



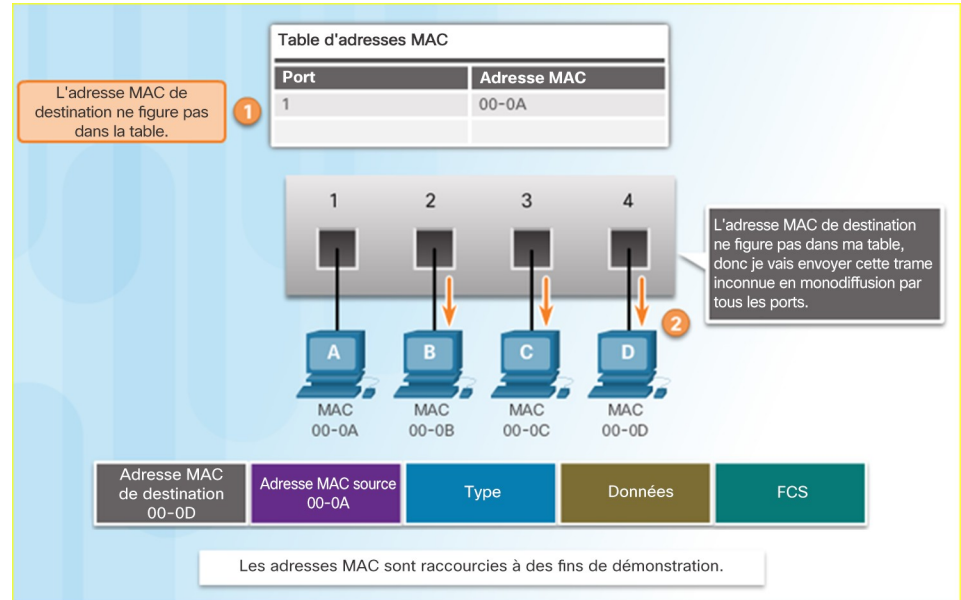
Apprentissage des adresses MAC

- Le commutateur crée la table d'adresses MAC de manière dynamique. Le processus pour découvrir l'adresse MAC source est le suivant :
- Les commutateurs examinent toutes les trames entrantes à la recherche de nouvelles informations d'adresse MAC source à apprendre.
- Si l'adresse MAC source est inconnue, elle est ajoutée à la table, tout comme le numéro du port.
- Si l'adresse MAC source existe, le commutateur réinitialise le compteur d'obsolescence de cette entrée.
- Par défaut, la plupart des commutateurs Ethernet conservent les entrées dans la table pendant 5 minutes.



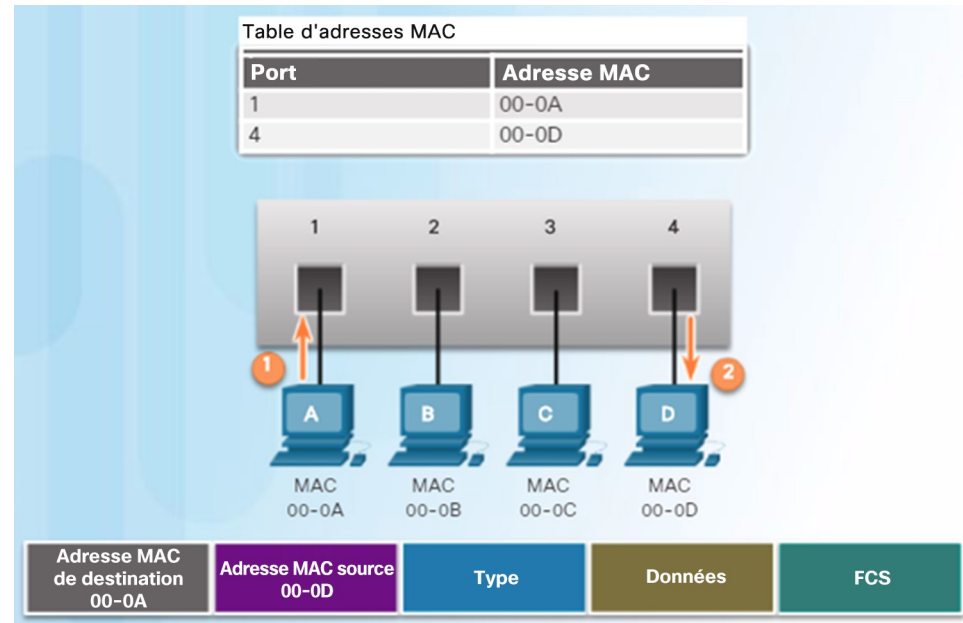
Apprentissage des adresses MAC (suite)

- Le processus pour transférer l'adresse MAC de destination est le suivant :
 - Si l'adresse MAC de destination est une diffusion ou une multidiffusion, la trame est également envoyée sur tous les ports à l'exception du port entrant.
 - Si l'adresse MAC de destination est une adresse de monodiffusion, le commutateur recherche une correspondance dans sa table d'adresses MAC.
 - Si l'adresse MAC de destination se trouve dans la table, le commutateur transfère la trame par le port spécifié.
 - Si l'adresse MAC de destination ne se trouve pas dans la table (par ex., adresse de monodiffusion inconnue), le commutateur transfère la trame sur tous les ports sauf celui d'entrée.




Filtrage des trames

- À mesure qu'un commutateur reçoit des trames de différents périphériques, il remplit sa table d'adresses MAC en examinant l'adresse MAC source de chaque trame.
- Si la table d'adresses MAC du commutateur contient l'adresse MAC de destination, il peut filtrer la trame et la diffuser sur un seul port.



Les adresses MAC Ethernet

Travaux pratiques – Affichage de la table d'adresses MAC du commutateur

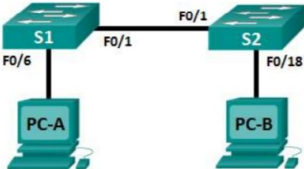


Cisco Networking Academy®

Mind Wide Open™

Lab – Viewing the Switch MAC Address Table

Topology



Addressing Table

Device	Interface	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
S1	VLAN 1	192.168.1.11	255.255.255.0	N/A
S2	VLAN 1	192.168.1.12	255.255.255.0	N/A
PC-A	NIC	192.168.1.3	255.255.255.0	N/A
PC-B	NIC	192.168.1.2	255.255.255.0	N/A

Objectives

Part 1: Build and Configure the Network

Part 2: Examine the Switch MAC Address Table

Background / Scenario

The purpose of a Layer 2 LAN switch is to deliver Ethernet frames to host devices on the local network. The switch records host MAC addresses that are visible on the network, and maps those MAC addresses to its own Ethernet switch ports. This process is called building the MAC address table. When a switch receives a frame from a PC, it examines the frame's source and destination MAC addresses. The source MAC address is recorded and mapped to the switch port from which it arrived. Then the destination MAC address is looked up in the MAC address table. If the destination MAC address is a known address, then the frame is forwarded out of the corresponding switch port associated with that MAC address. If the MAC address is unknown, then the frame is broadcasted out of all switch ports, except the one from which it came. It is important to observe and understand the function of a switch and how it delivers data on the network. The way a switch operates has implications for network administrators whose job it is to ensure secure and consistent network communication.

Switches are used to interconnect and deliver information to computers on local area networks. Switches deliver Ethernet frames to host devices identified by network interface card MAC addresses.

In Part 1, you will build a multi-switch topology with a trunk linking the two switches. In Part 2, you will ping various devices and observe how the two switches build their MAC address tables.

Méthodes de transmission de trames sur les commutateurs Cisco

- Les commutateurs utilisent l'une des méthodes suivantes de transmission des données entre des ports réseau :



Store and Forward

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.

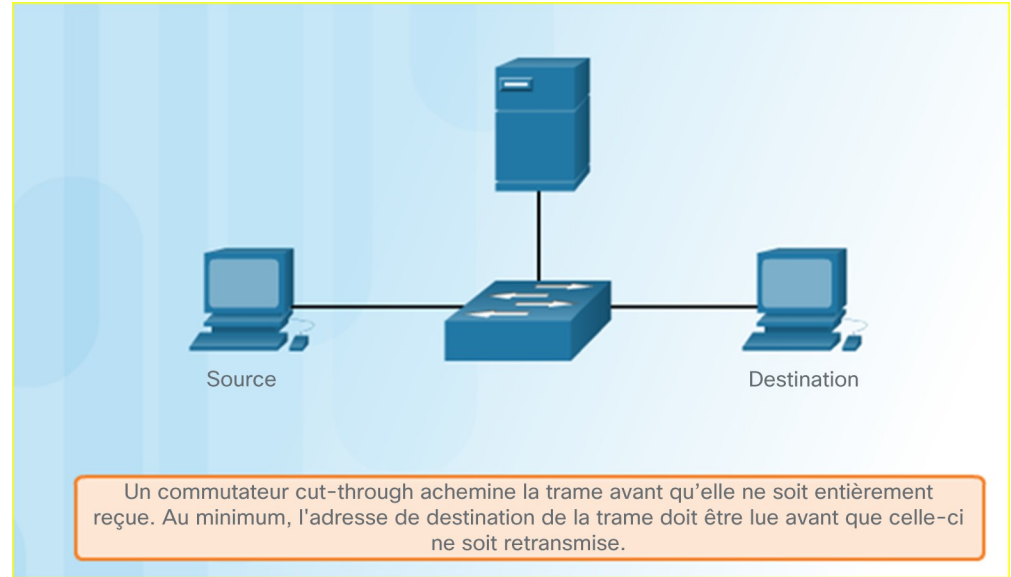


Cut-through

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.

La commutation à la volée (Cut-Through)

- Dans le cas de la commutation cut-through, le commutateur met une quantité juste suffisante de la trame en tampon afin de lire l'adresse MAC de destination et déterminer ainsi le port auquel les données sont à transmettre. Le commutateur ne procède à aucun contrôle d'erreur dans la trame.
- Il existe deux variantes de la commutation cut-through :
 - ce mode de commutation offre le niveau de latence le plus faible. Le commutateur transmet un paquet immédiatement après la lecture de l'adresse de destination. Il s'agit de la forme la plus classique de commutation de bout en bout.
 - La commutation Fragment-Free, dans laquelle le commutateur stocke les 64 premiers octets de la trame avant la transmission. Il s'agit d'un compromis entre la commutation Store and Forward et la commutation Fast-Forward.



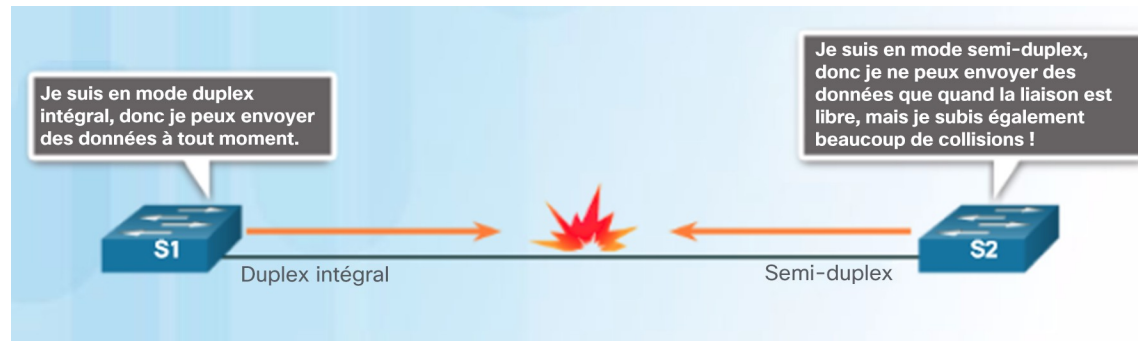
Mise en mémoire tampon sur les commutateurs

- Un commutateur Ethernet peut utiliser une technique de mise en mémoire tampon pour stocker des trames avant de les transmettre. La mise en mémoire tampon peut également être une solution lorsque le port de destination est saturé suite à un encombrement et que le commutateur stocke la trame jusqu'à ce qu'il puisse la transmettre.
- Il existe deux types de techniques de mise en mémoire tampon :

Méthode de mise en mémoire tampon	Description
Mémoire axée sur les ports	<ul style="list-style-type: none">• Les trames sont stockées dans des files d'attente liées à des ports entrants et sortants spécifiques.• Une trame est transmise lorsque toutes les trames qui la précèdent ont été transmises.
Mémoire partagée	<ul style="list-style-type: none">• Toutes les trames sont déposées dans un tampon commun qui est partagé par tous les ports du commutateur.

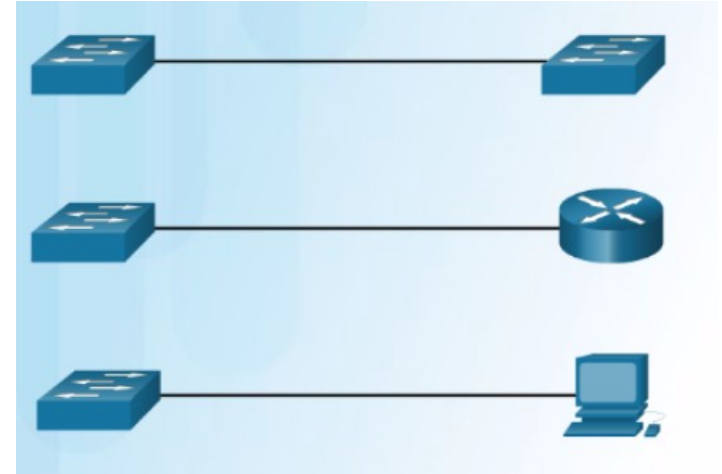
Paramètres du mode duplex et de vitesse

- Deux types de paramètres bidirectionnels sont employés pour les communications dans un réseau Ethernet :
 - **Mode duplex intégral** : les deux extrémités de la connexion peuvent envoyer et recevoir des données simultanément.
 - **Mode semi-duplex** : une seule extrémité de la connexion peut envoyer des données à la fois.
- La plupart des périphériques utilisent la négociation automatique qui permet à deux périphériques d'échanger automatiquement des informations sur le débit et les fonctionnalités duplex et de choisir le mode le plus performant.
- Le **conflit de mode duplex** est une cause fréquente de problèmes de performance avec les liaisons Ethernet. Il se produit lorsqu'un port sur la liaison fonctionne en semi-duplex tandis que l'autre port fonctionne en mode duplex intégral.



Auto-MDIX

- Les connexions entre des périphériques spécifiques, notamment entre deux commutateurs, un commutateur et un routeur, un commutateur et un hôte, et un routeur et des périphériques hôtes nécessitaient au départ l'utilisation de types de câble spécifiques (croisés ou droits).
- Désormais, la plupart des commutateurs prennent en charge la fonction de commutation automatique d'interface en fonction du support (auto-MDIX). Cette option est activée par défaut sur les commutateurs depuis IOS 12.2(18)SE.
- Lorsqu'elle est activée à l'aide de la commande de configuration de l'interface **automatique mdix**, le commutateur détecte le type de câble connecté au port et configure les interfaces en conséquence.



5.3 Protocole de résolution d'adresse

Destination sur le même réseau

- Chaque périphérique possède deux adresses principales sur un LAN Ethernet :

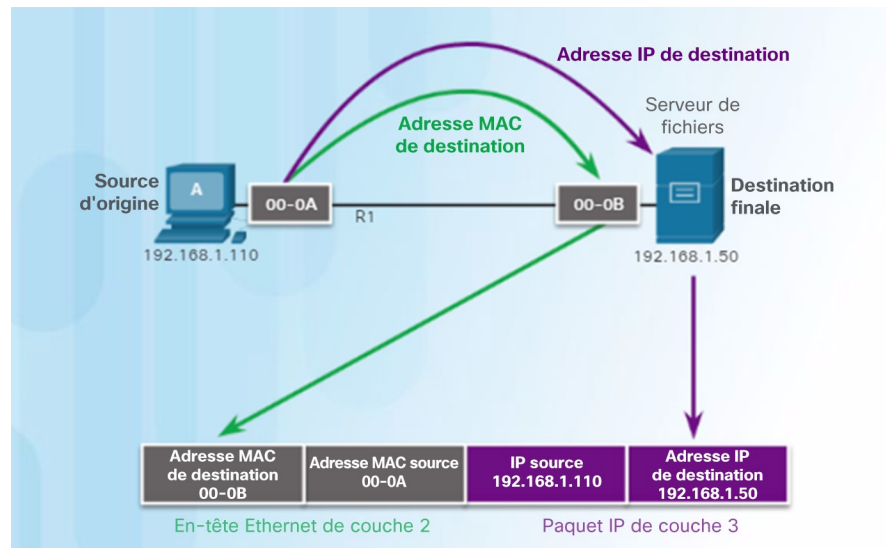
- L'adresse physique (adresse MAC Ethernet)
- L'adresse logique (adresse IP)

- Par exemple, le PC-A envoie un paquet IP au serveur de fichiers du même réseau. La trame Ethernet de couche 2 contient :

- Adresse MAC de destination
- Adresse MAC source

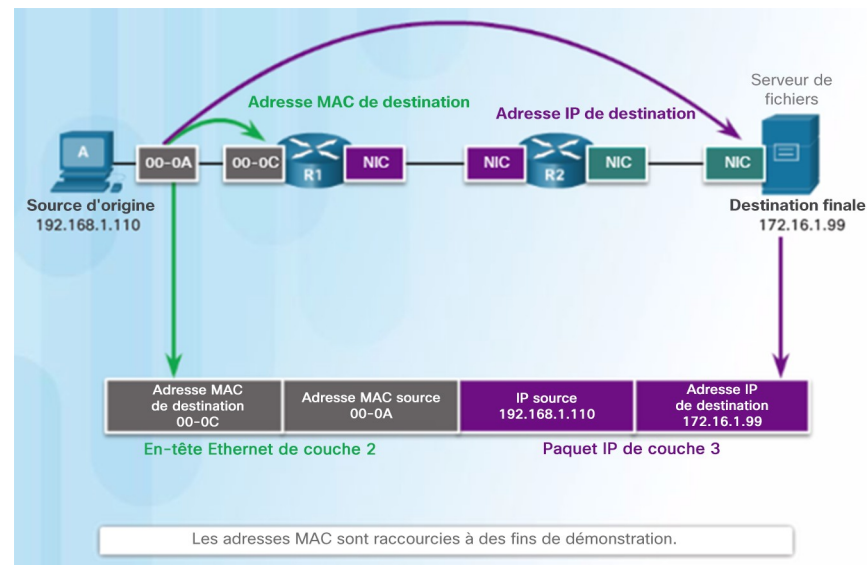
- Le paquet IP de couche 3 contient :

- Adresse IP source
- Adresse IP de destination



Destination sur un réseau distant

- Lorsque l'adresse IP de destination appartient à un réseau distant, l'adresse MAC de destination est celle de la passerelle par défaut de l'hôte.
- Dans la figure, le PC-A envoie un paquet IP à un serveur web sur un réseau distant.
 - L'adresse IP de destination est celle du serveur de fichiers.
 - L'adresse MAC de destination est celle de l'interface Ethernet de R1.



Packet Tracer – Identification des adresses MAC et IP

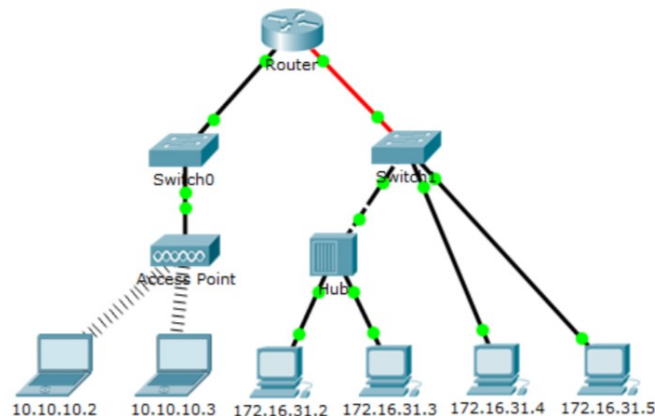


Cisco Networking Academy®

Mind Wide Open™

Packet Tracer - Identify MAC and IP Addresses

Topology



Objectives

Part 1: Gather PDU Information

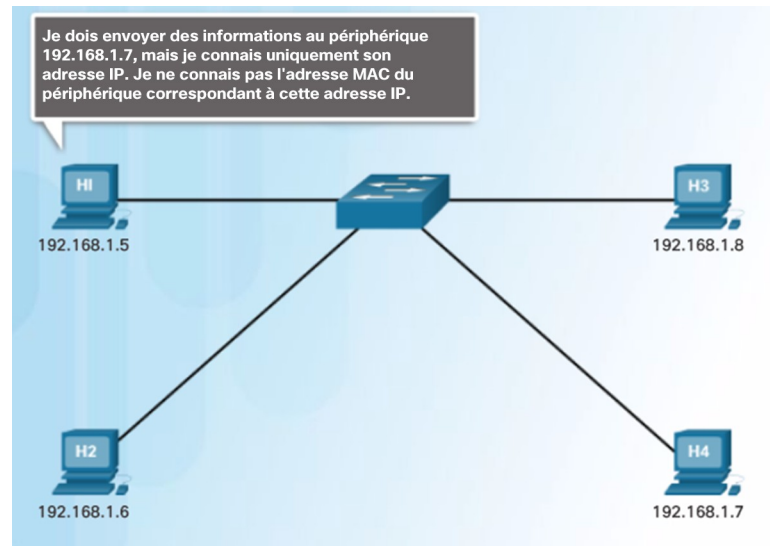
Part 2: Reflection Questions

Background

This activity is optimized for viewing PDUs. The devices are already configured. You will gather PDU information in simulation mode and answer a series of questions about the data you collect.

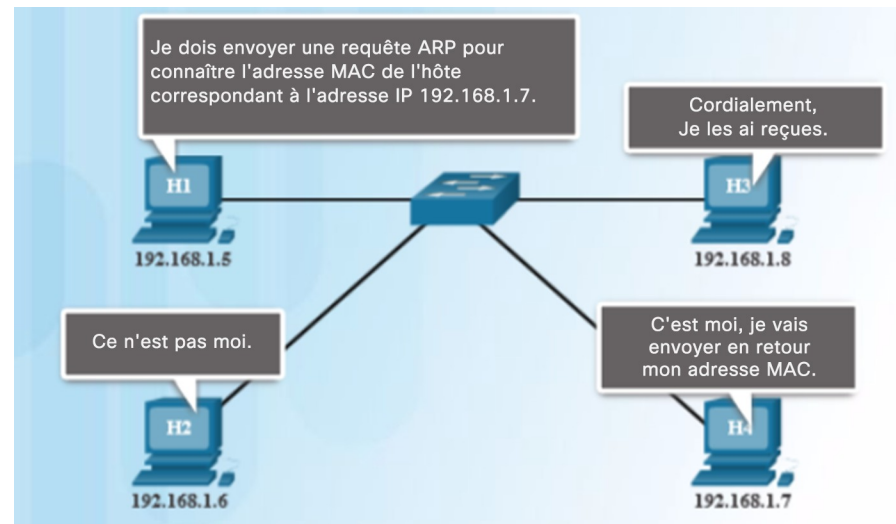
Présentation du protocole ARP

- Lorsqu'un périphérique envoie une trame Ethernet, celle-ci contient deux adresses :
 - Adresse MAC de destination
 - Adresse MAC source
- Pour déterminer l'adresse MAC de destination, le périphérique utilise le protocole ARP.
- Le protocole ARP assure deux fonctions principales :
 - la résolution des adresses IPv4 en adresses MAC ;
 - la tenue d'une table des mappages.



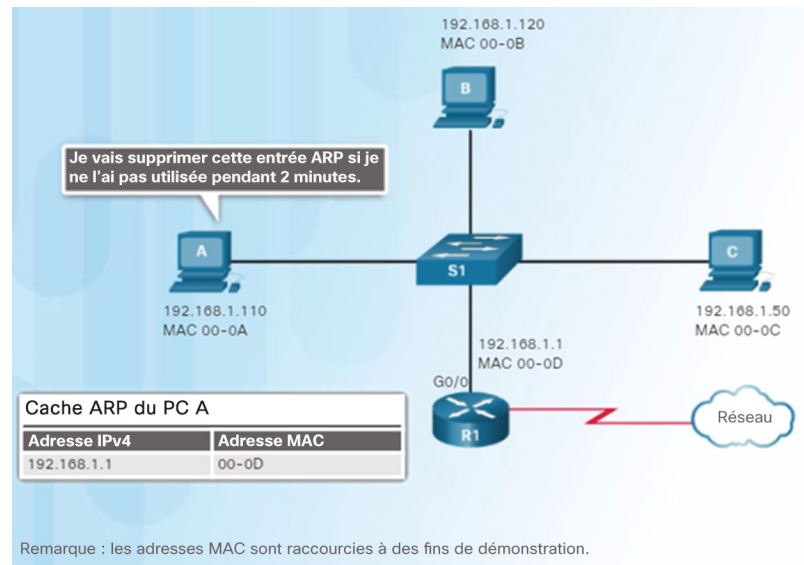
Fonctions du protocole ARP

- Les périphériques Ethernet consultent une table ARP (ou au cache ARP) dans sa mémoire (c'est-à-dire la mémoire vive) pour connaître l'adresse MAC qui est mappée à l'adresse IPv4.
- Un périphérique recherche dans sa table ARP une adresse IPv4 de destination et une adresse MAC correspondante.
 - Si l'adresse IPv4 de destination du paquet appartient au même réseau que l'adresse IPv4 source, le périphérique recherche l'adresse IPv4 de destination dans sa table ARP.
 - Si l'adresse IPv4 de destination du paquet appartient à un autre réseau que l'adresse IPv4 source, le périphérique recherche l'adresse IPv4 de la passerelle par défaut dans sa table ARP.



Suppression des entrées d'une table ARP

- Chaque périphérique possède un compteur de cache ARP qui supprime les entrées ARP qui n'ont pas été utilisées pendant une période donnée.
- Cette période varie en fonction du système d'exploitation du périphérique. Comme illustré dans la figure, certains systèmes d'exploitation Windows stockent les entrées de cache ARP pendant 2 minutes.



- Vous pouvez aussi supprimer manuellement les entrées du tableau ARP totalement ou partiellement.

Les tables ARP

Sur un routeur	Sur un hôte Windows
Sur un routeur Cisco, la commande show ip arp permet d'afficher la table ARP.	Sur les ordinateurs exécutant Windows 7, c'est la commande arp -a qui affiche la table ARP.
<pre>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 Router#</pre>	<pre>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</pre>

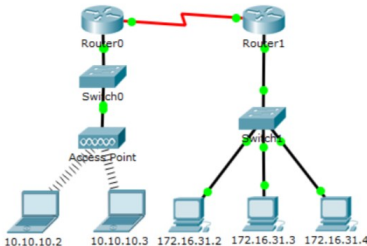
Le protocole ARP

Packet Tracer – Examen de la table ARP



Packet Tracer - Examine the ARP Table

Topology



Addressing Table

Device	Interface	MAC Address	Switch Interface
Router0	Gg0/0	0001.6458.2501	G0/1
	S0/0/0	N/A	N/A
Router1	G0/0	00E0.F7B1.8901	G0/1
	S0/0/0	N/A	N/A
10.10.10.2	Wireless	0060.2F84.4AB6	F0/2
10.10.10.3	Wireless	0060.4706.572B	F0/2
172.16.31.2	F0	000C.85CC.1DA7	F0/1
172.16.31.3	F0	0060.7036.2849	F0/2
172.16.31.4	G0	0002.1640.8D75	F0/3

Objectives

Part 1: Examine an ARP Request

Part 2: Examine a Switch MAC Address Table

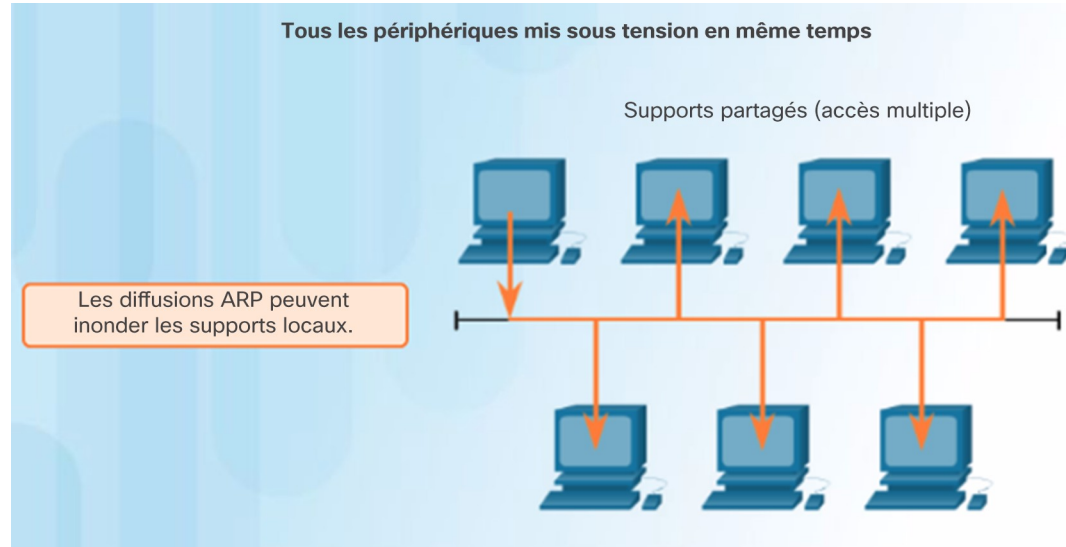
Part 3: Examine the ARP Process in Remote Communications

Background

This activity is optimized for viewing PDUs. The devices are already configured. You will gather PDU information in simulation mode and answer a series of questions about the data you collect.

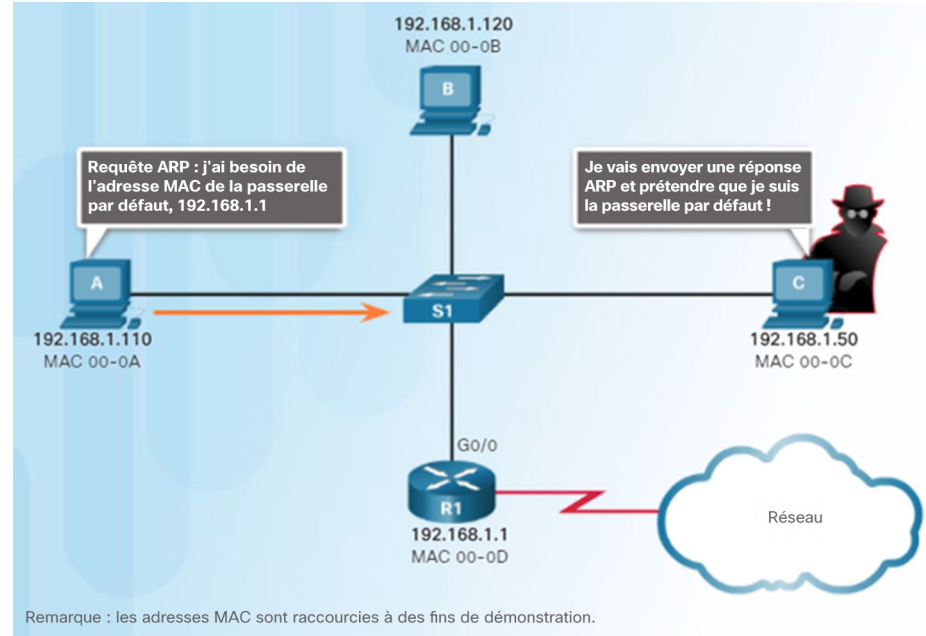
Diffusions ARP

- Comme les trames de diffusion, les requêtes ARP sont reçues et traitées par chaque périphérique du réseau local.
- Les requêtes ARP peuvent inonder le segment local si un grand nombre de périphériques doivent être mis sous tension et que tous commencent à accéder aux services réseau en même temps.



Usurpation ARP

- Les cybercriminels peuvent répondre aux requêtes et prétendre être des prestataires de services.
- Un type d'attaque par usurpation ARP utilisé par les pirates consiste à répondre à une requête ARP pour la passerelle par défaut. Dans la figure, l'hôte A demande l'adresse MAC de la passerelle par défaut. L'hôte C répond à la requête ARP. L'hôte A reçoit la réponse et met à jour sa table ARP. Il envoie ensuite des paquets destinés à la passerelle par défaut à l'hôte pirate C.
- Les commutateurs destinés aux grandes entreprises offrent des méthodes de limitation de ce risque appelées inspection ARP dynamique.



5.4 Synthèse du chapitre

Chapitre 5 : Technologie Ethernet

- 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

