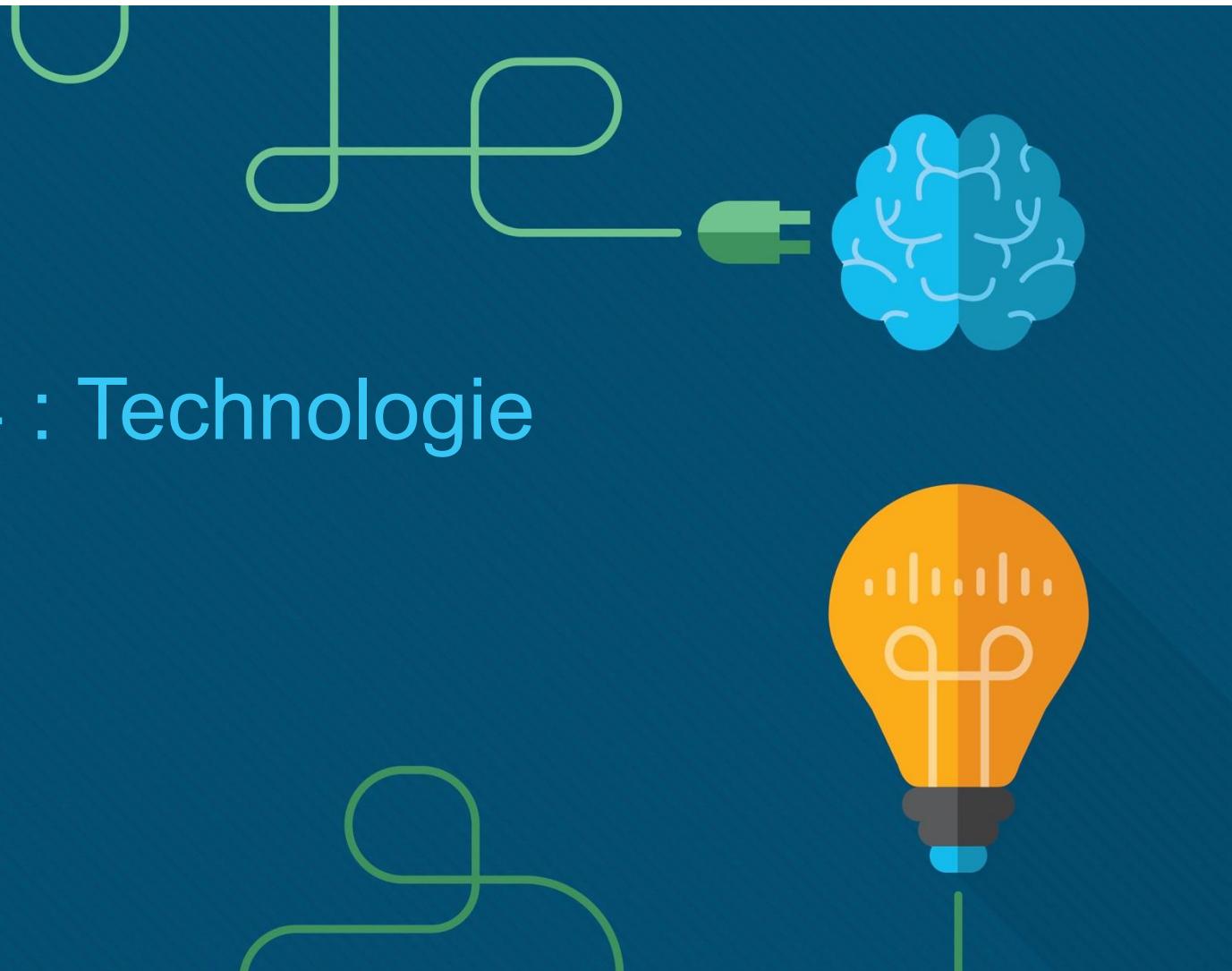




# Chapitre 4 : Technologie Ethernet

CCNA Routing and Switching,  
Introduction to Networks v6.0



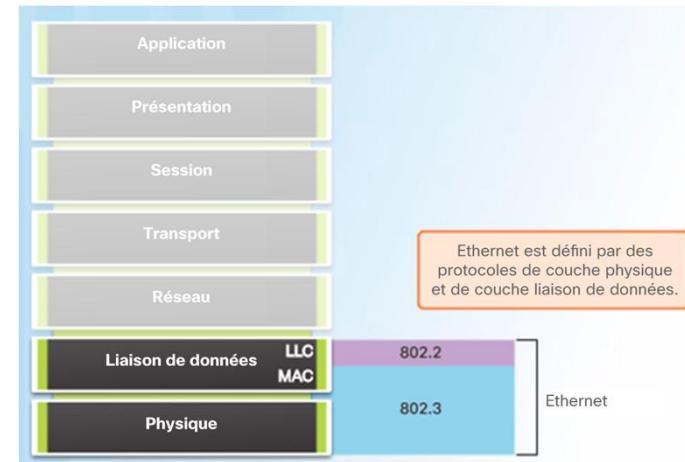
# 4.1 Protocole Ethernet



## La trame 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.



# La trame Ethernet

## Sous-couche MAC

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

Encapsulation de données	
Contrôle de l'accès aux supports	▪ Délimitation des trames
	▪ Adressage
	▪ Détection des erreurs
Sous-couche de contrôle de liaison logique (LLC)	
Contrôle de l'accès aux supports 802.3	
Couche liaison de données	Couche physique
	Sous-couche de signalisation physique
	Support physique
10BASE-5 (500 m) 50 Ohms Coax Type N	10BASE-2 (185 m) 50 Ohms Coax BNC
10 Base-T (100 m) 100 ohms UTP RJ-45	100BASE-TX (100 m) 100 ohms UTP RJ-45
100BASE-CX (25 m) 150 ohms STP mini-DB-9	1000BASE-T (100 m) 100 ohms UTP RJ-45
1000BASE-ST (220 à 550 m) MM Fiber SC	1000BASE-LX (550 à 5 000 m) MM ou SM Fiber SC

## La trame Ethernet

### Champs de trame Ethernet

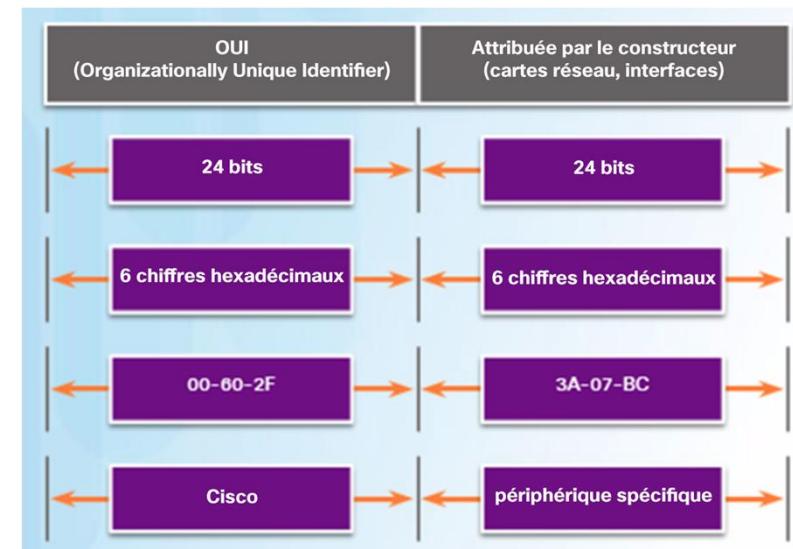


- La taille minimale des trames Ethernet entre l'adresse MAC de destination et la FCS est de 64 octets et la taille maximale de 1 518 octets.
- Si la taille d'une trame transmise est inférieure à la taille minimale ou supérieure à la taille maximale, le périphérique récepteur abandonne la trame.

## Les adresses MAC Ethernet

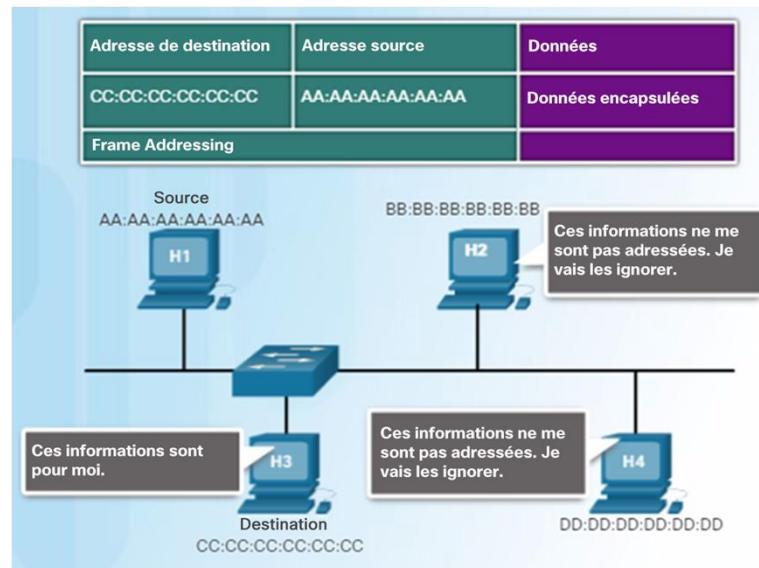
# Adresses MAC : identité Ethernet

- Une adresse MAC Ethernet est une valeur binaire de 48 bits constituée de 12 chiffres hexadécimaux (4 bits par chiffre hexadécimal).
  - Les règles d'adresse MAC sont établies par l'IEEE.
  - L'IEEE attribue au constructeur un code de 3 octets appelé OUI (Organizationally Unique Identifier).
- Toutes les adresses MAC ayant le même identifiant OUI doivent utiliser une valeur unique dans les 3 derniers octets.



## Les adresses MAC Ethernet Traitement des trames

- L'adresse MAC est encodée de manière permanente dans la puce de la 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.



## Les adresses MAC Ethernet

# Représentations des adresses MAC

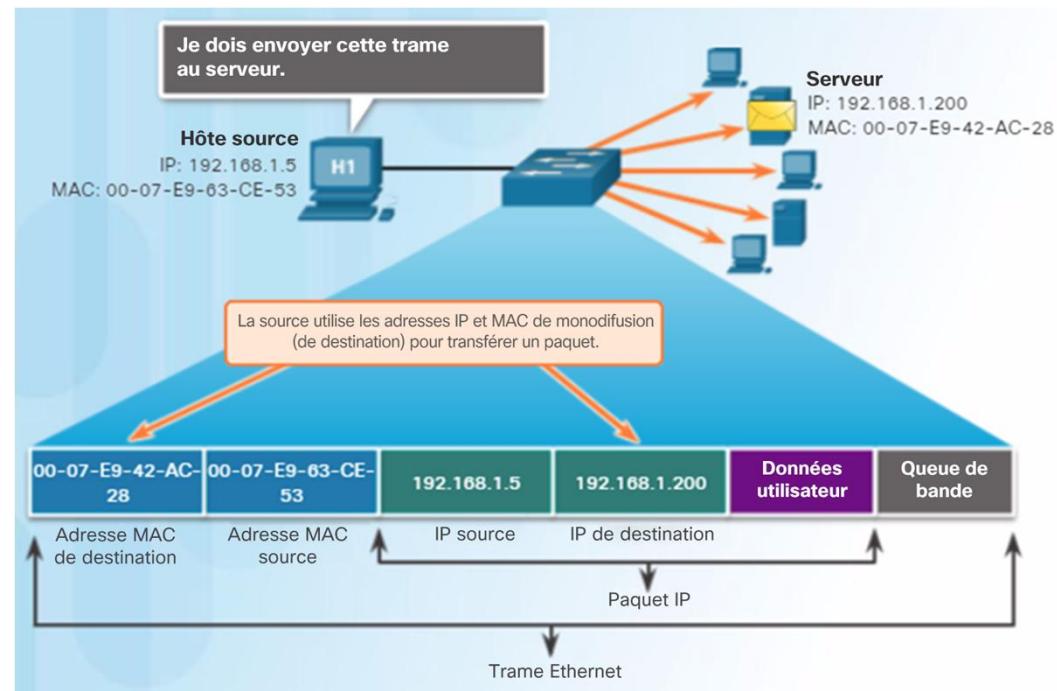
- Utilisez la commande **ipconfig /all** sur un hôte Windows pour identifier l'adresse MAC d'un adaptateur Ethernet. Sur les hôtes MAC ou Linux, c'est la commande **ifconfig** qui est utilisée.
- Selon le périphérique et le système d'exploitation, différentes représentations des adresses MAC s'affichent.



## Les adresses MAC Ethernet

# Adresse MAC de monodiffusion

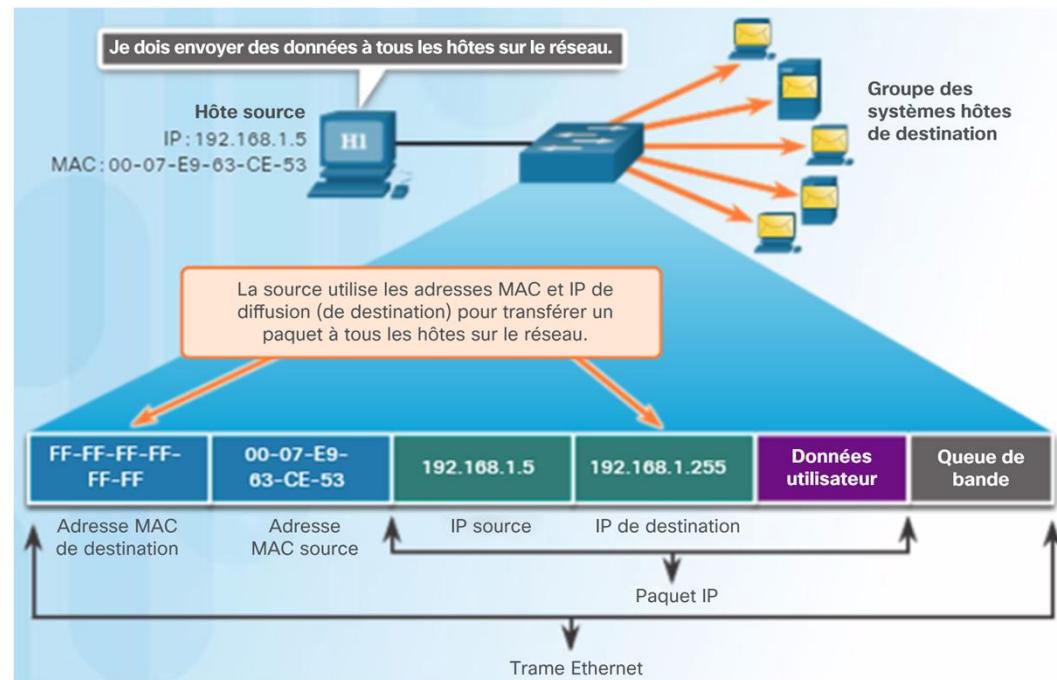
- L'adresse MAC de monodiffusion est l'adresse unique utilisée lorsqu'une trame est envoyée à partir d'un seul périphérique émetteur, à un seul périphérique destinataire.
- Pour qu'un paquet de monodiffusion soit envoyé et reçu, une adresse IP de destination doit figurer dans l'en-tête du paquet IP et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

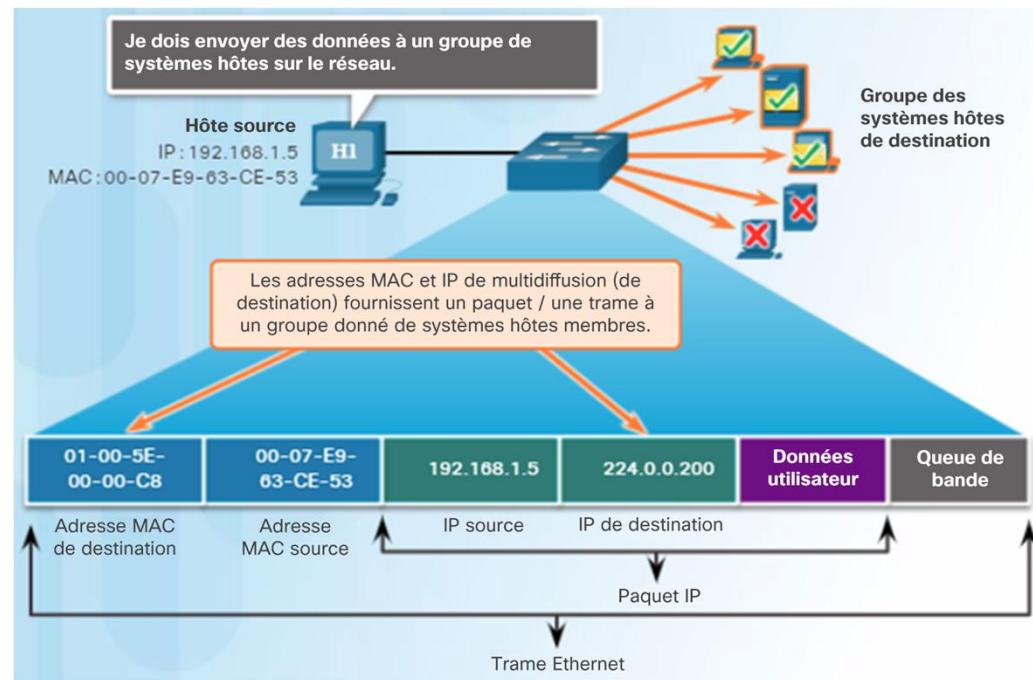
- De nombreux protocoles réseau, tels que DHCP et ARP, utilisent les diffusions.
- Un paquet de diffusion contient une adresse IPv4 de destination qui ne contient que des uns (1) dans la partie hôte indiquant que tous les hôtes sur le réseau local recevront le paquet et le traiteront.
- Lorsque le paquet 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**.



## Les adresses MAC Ethernet

# 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**.
  - L'adresse IP de multidiffusion nécessite une adresse MAC de multidiffusion correspondante qui commence par **01-00-5E** dans un format hexadécimal.



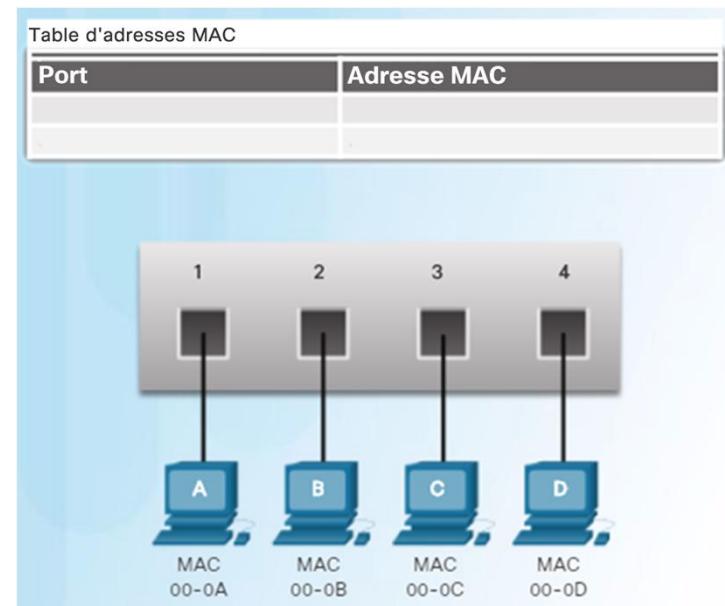
## 4.2 Commutateurs LAN



## La table d'adresses MAC

# Notions fondamentales sur les commutateurs

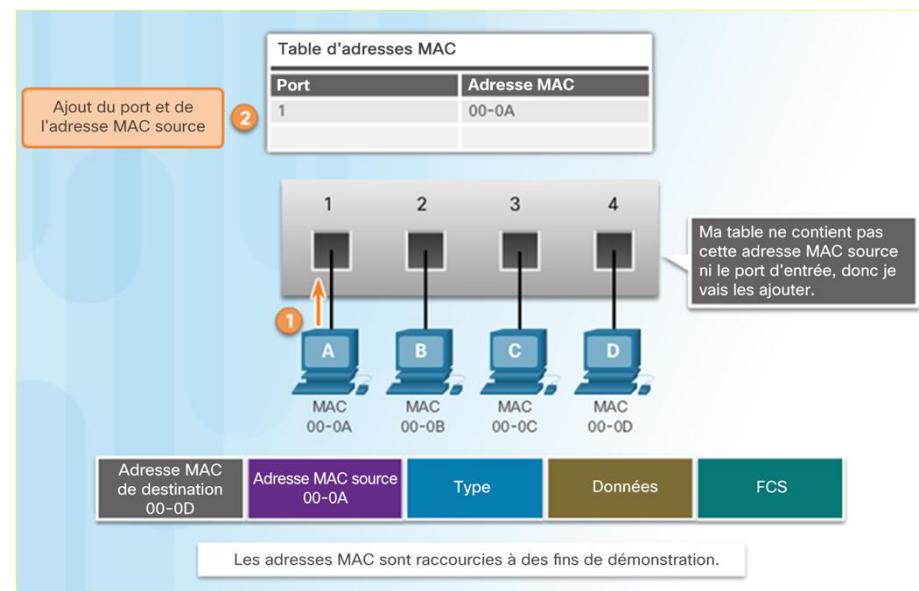
- Les décisions d'un commutateur Ethernet de couche 2 du concernant la transmission de données reposent uniquement sur les adresses MAC Ethernet de couche 2.
- Un commutateur qui est sous tension aura une table d'adresses MAC vide, car il n'a pas encore appris les adresses MAC des quatre PC connectés.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



## La table d'adresses MAC

# Apprentissage des adresses MAC

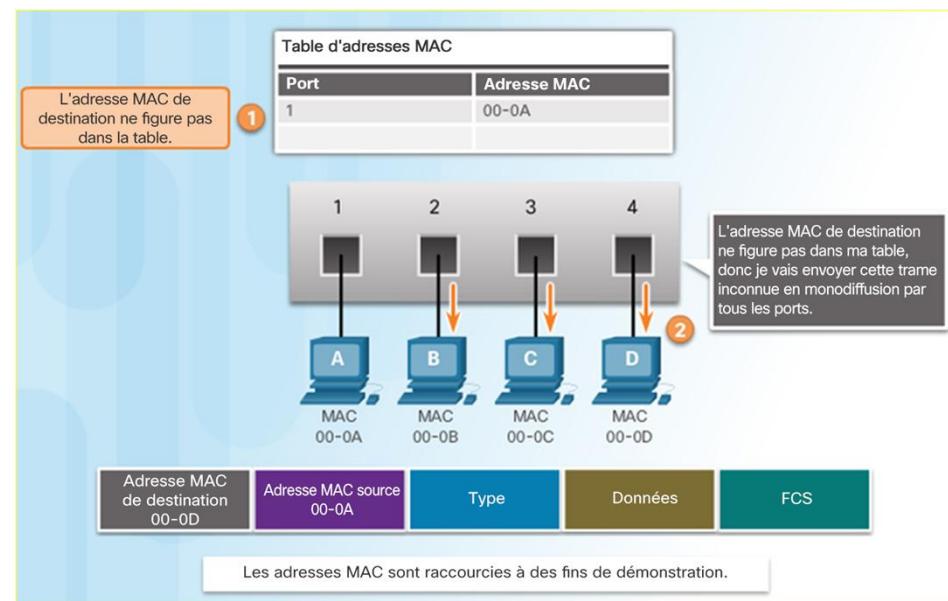
- Le commutateur crée la table d'adresses MAC de manière dynamique.
- Les commutateurs examinent toutes les trames entrantes à la recherche de nouvelles informations d'adresse MAC source à apprendre.
- Si l'adresse MAC source est inconnue, elle est ajoutée à la table, tout comme le numéro du port.



## La table d'adresses MAC

# Apprentissage des adresses MAC (suite)

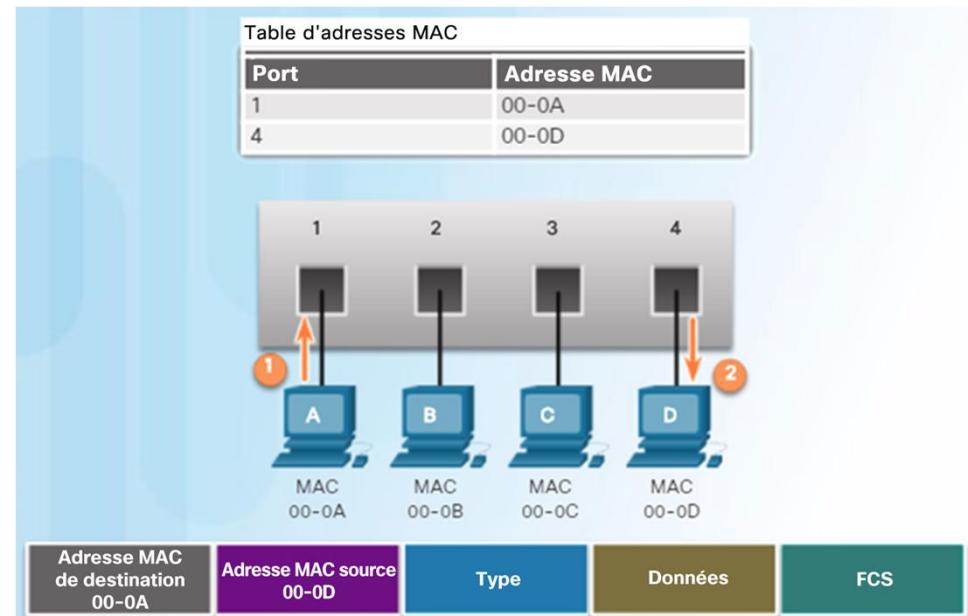
- Si l'adresse MAC de **destination** est une diffusion ou une multidiffusion, la trame est également envoyée sur tous les ports à l'exception du port entrant.
- Si l'adresse MAC de destination est une adresse de monodiffusion, le commutateur recherche une correspondance dans sa table d'adresses MAC.
- Si l'adresse MAC de destination ne se trouve pas dans la table, le commutateur transfère la trame sur tous les ports sauf celui d'entrée.



# La table d'adresses MAC

## Filtrage des trames

- Si l'adresse MAC de destination se trouve dans la table, le commutateur transfère la trame par le port spécifié.



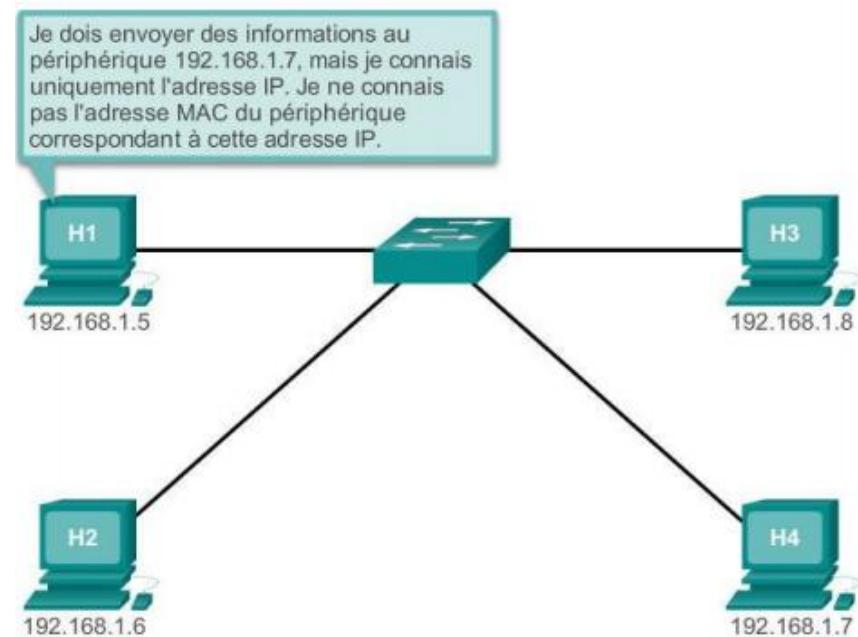
## 4.3 Protocole ARP



## Le protocole ARP

# 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.



## Le protocole ARP

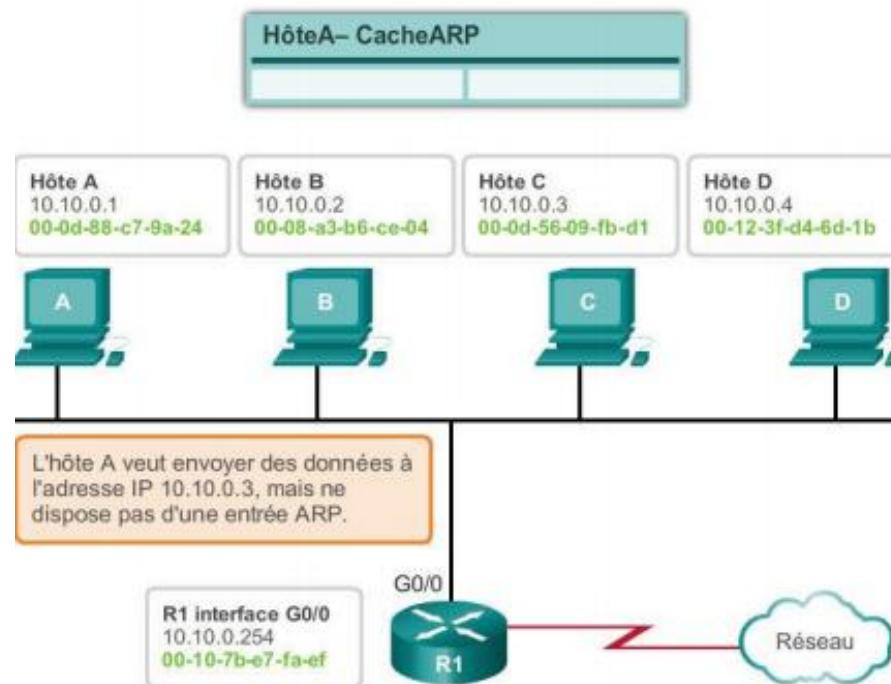
# Présentation du protocole ARP

- Si l'hôte IPv4 de destination se trouve sur le réseau local, la trame utilise l'adresse MAC de ce périphérique comme adresse MAC de destination.
- Si l'hôte IPv4 de destination n'est pas sur le réseau local, l'émetteur utilise l'adresse MAC de l'interface du routeur qui sert de passerelle.
- Si la table ne contient pas d'entrée pour la passerelle, une requête ARP est utilisée pour récupérer l'adresse MAC associée à l'adresse IP de l'interface du routeur.

## Le protocole ARP

# Fonctionnement du protocole ARP

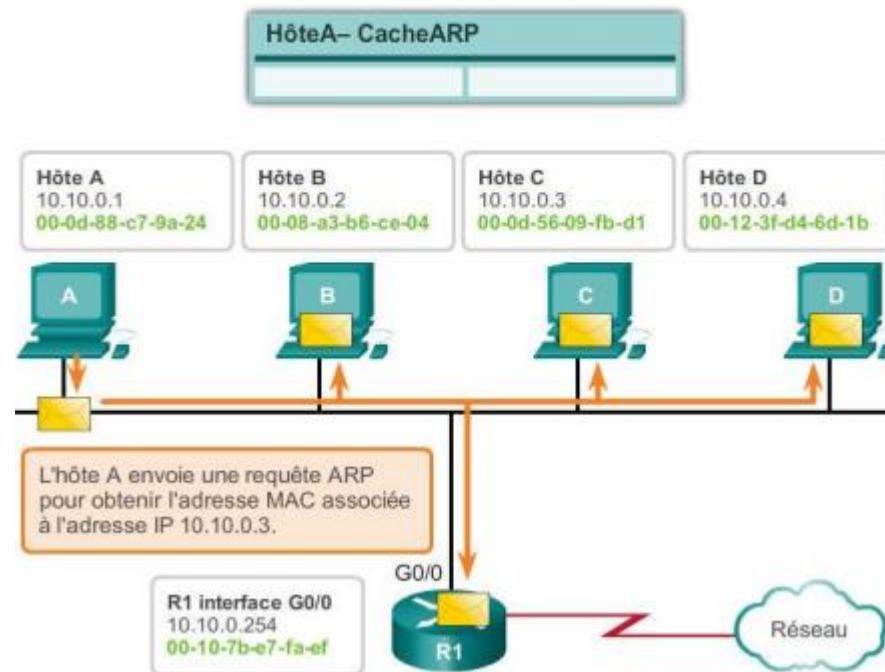
Processus ARP – Communication à distance



## Le protocole ARP

# Fonctionnement du protocole ARP

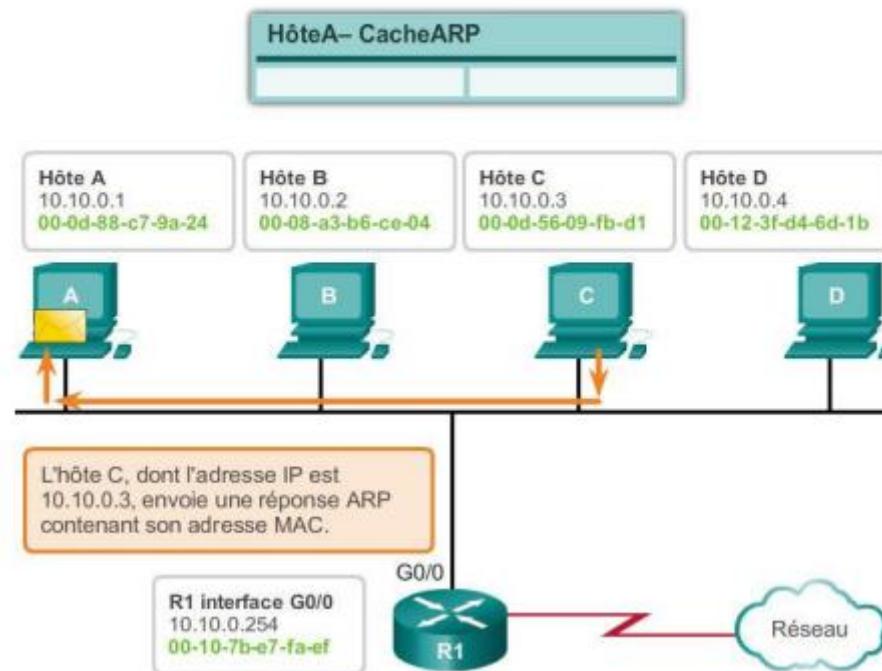
Diffusion d'une requête ARP



## Le protocole ARP

# Fonctionnement du protocole ARP

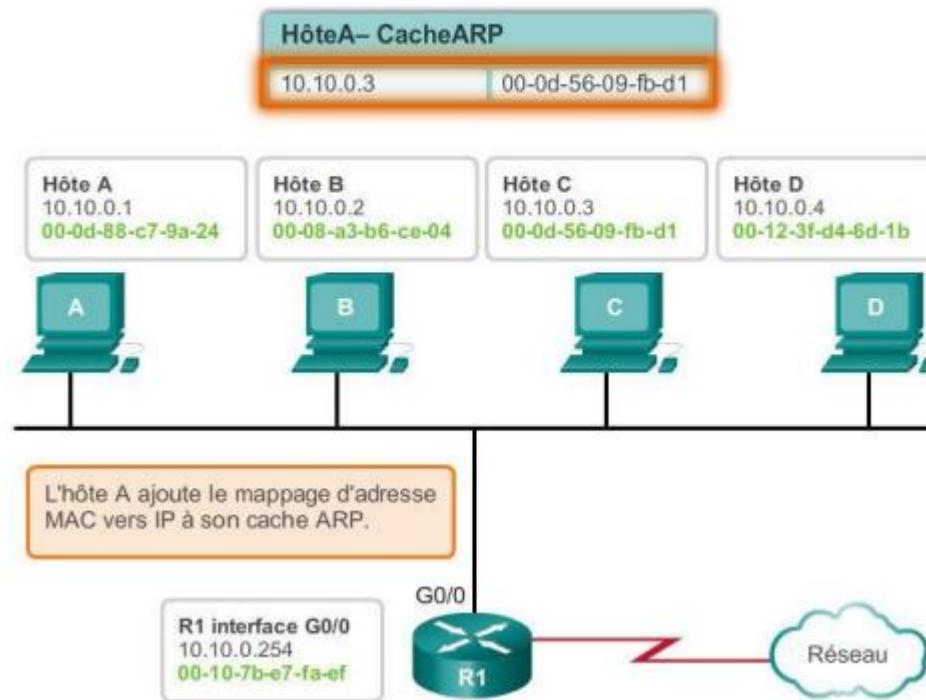
Réponse ARP avec les informations MAC



## Le protocole ARP

# Fonctionnement du protocole ARP

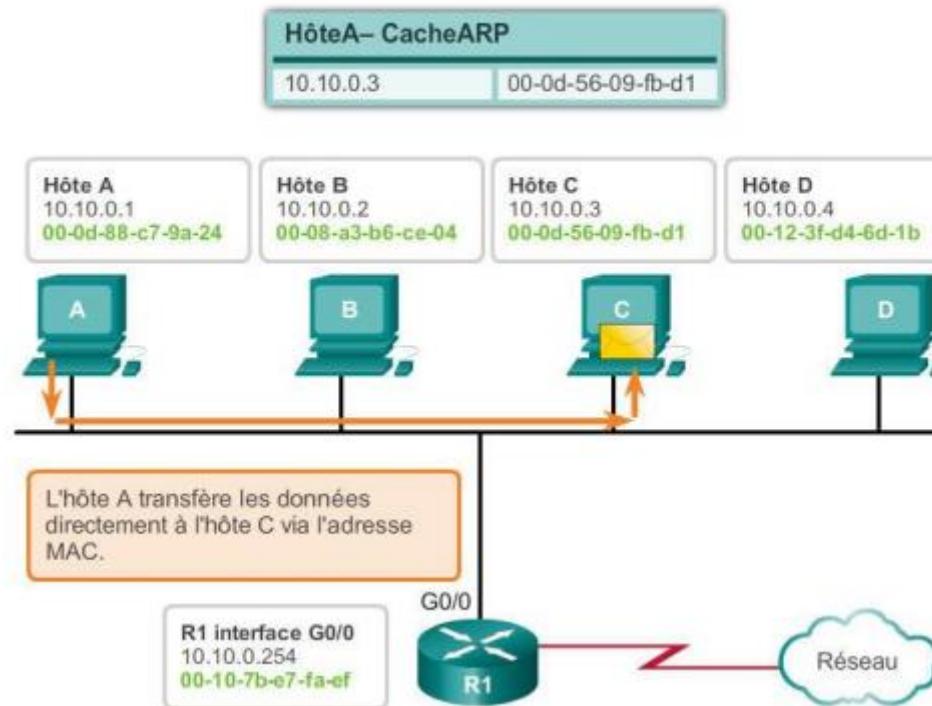
Ajout du mappage MAC vers IP dans le cache ARP



## Le protocole ARP

# Fonctionnement du protocole ARP

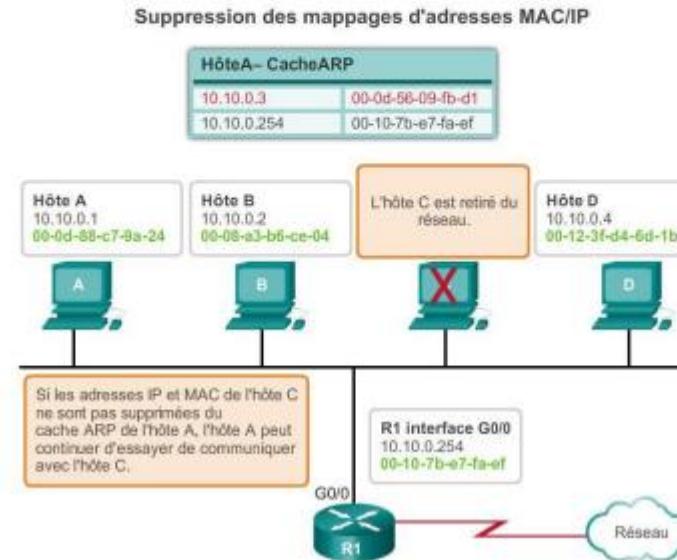
Transfert de données avec les informations d'adresse MAC



## Le protocole ARP

# 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 la totalité ou une partie des entrées de la table ARP



## ARP

### Les tables ARP

```
Router#show ip arp
```

Protocol	Address	(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

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

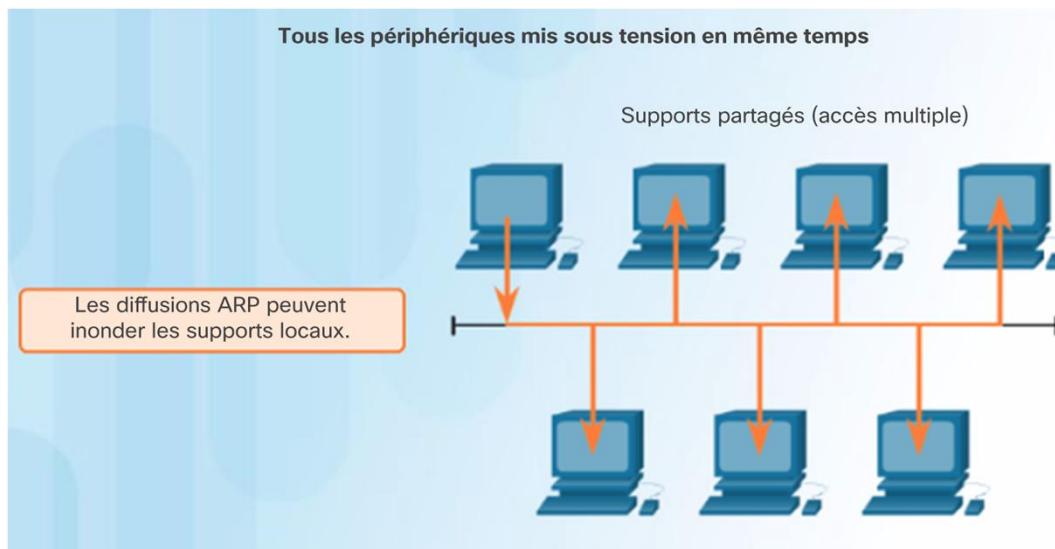
Internet Address	Physical Address	Type
192.168.1.254	64-0f-29-0d-36-91	dynamic
192.168.1.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	static
224.0.0.22	01-00-5e-00-00-16	static
224.0.0.251	01-00-5e-00-00-fb	static
224.0.0.252	01-00-5e-00-00-fc	static
255.255.255.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	static



## Problèmes liés au protocole ARP

### 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.



## Problèmes liés au protocole ARP

### 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.

