

Résumé du Cours : Réseaux et Protocoles

Dr A. DERDER

M1 RSD/HPC

C'est quoi le Routage ?

- consiste à déterminer la meilleure trajectoire ou le chemin optimal pour transférer des données d'un nœud à un autre à travers un réseau. Dans un réseau, les données sont généralement divisées en paquets, et chaque paquet doit être dirigé de manière appropriée vers sa destination.
- Le routage est essentiel pour permettre une communication efficace entre les différents appareils connectés à un réseau, qu'il s'agisse d'un réseau local (LAN) ou d'un réseau étendu (WAN).
- Il existe plusieurs protocoles de routage, tels que OSPF (Open Shortest Path First), RIP (Routing Information Protocol), BGP (Border Gateway Protocol), et bien d'autres.

Routage Vs Commutation, c'est quoi la différence ?

- la commutation de trames s'effectue au niveau de la couche 2 du modèle OSI, alors que le routage s'effectue au niveau de la couche 3 du modèle OSI. Cela indique donc que les routeurs et les commutateurs ne prennent pas leur décision avec les mêmes informations.
- Pour joindre les hôtes non locaux, une machine va faire une requête ARP pour avoir l'adresse MAC de la station de destination, si la destination n'est pas locale la requête ARP va échouer, la station enverra alors la trame à sa passerelle par défaut, c'est-à-dire au routeur.
- De la même manière qu'un commutateur garde une table des adresses MAC connues, un routeur garde une table des adresses réseaux dans sa **table de routage**. Il va ainsi être capable de commuter les paquets vers un réseau spécifique.

Domaine de broadcast (Diffusion)

- Un domaine de broadcast est un domaine logique où n'importe quels hôtes connectés à un réseau peuvent envoyer des données à une autre machine sans passer par des services de routage. Plus spécifiquement c'est un segment réseau composé d'hôtes et de dispositifs pouvant être atteint en envoyant un paquet à l'adresse de broadcast. Ces domaines de broadcast sont toujours séparés par des dispositifs de couche 3.

Comment fonctionne le routage et quels sont les périphériques de routage ?

Un routeur :

- Un routeur est un périphérique d'interconnexion dont le rôle principal est de diriger les paquets de données d'une source vers leur destination en utilisant le chemin optimal dans un réseau.
- possède de nombreux composants matériels et logiciels que l'on trouve également dans les ordinateurs : Processeur, Système d'exploitation et Mémoire de stockage (RAM, ROM, NVRAM, Flash, disque dur).



Comment fonctionnent les routeurs ?

- Les routeurs transfèrent les paquets en obtenant des informations sur les réseaux distants et en gérant les informations de routage. La décision principale de transfert des routeurs est basée sur les informations de couche 3 c'est à dire l'adresse IP de destination.
- Le routage IP est capable de choisir un chemin (une route) suivant lequel les paquets de données seront relayés de proche en proche jusqu'au destinataire. A chaque relais sur la route correspond un routeur. Le routage IP fonctionne de façon totalement décentralisée au niveau des machines qui constituent le réseau
- Un routeur relie plusieurs réseaux. Pour ce faire, il dispose de plusieurs interfaces, chacune appartenant à un réseau IP différent

Comment se fait le routage?

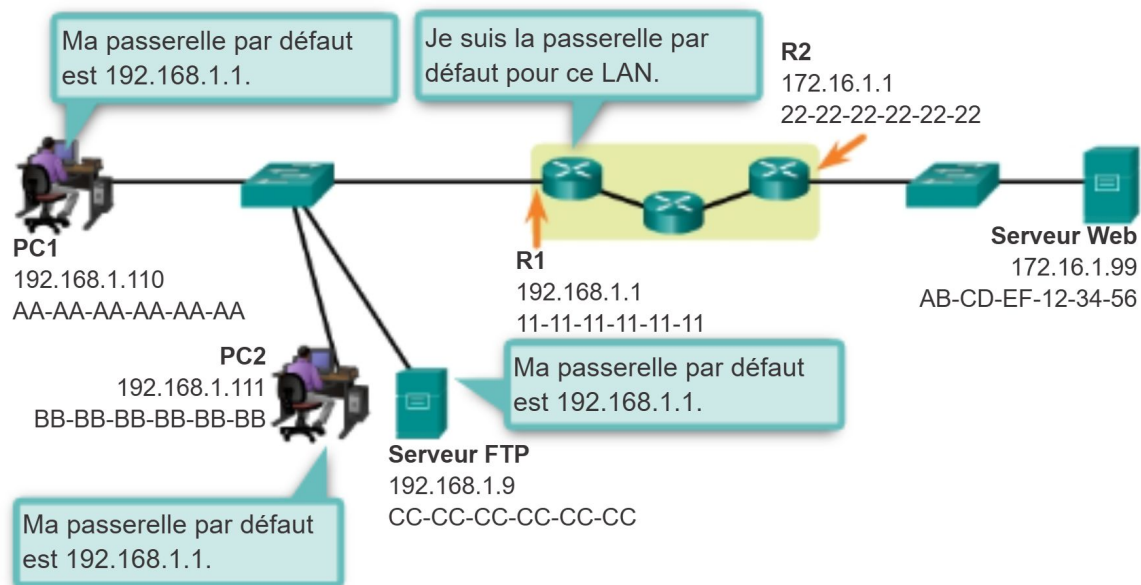
- Pour activer l'accès au réseau, les périphériques doivent être configurés avec les informations d'adresse IP permettant d'identifier les éléments corrects suivants :
 - **Adresse IP** : identifie un hôte unique sur un réseau local.
 - **Masque de sous-réseau** : identifie avec quel sous-réseau l'hôte peut communiquer.
 - **Passerelle par défaut** : identifie le routeur auquel envoyer un paquet lorsque la destination n'est pas sur le même sous-réseau de réseau local.

- La passerelle par défaut est généralement l'adresse de l'interface du routeur connecté au réseau local. Le routeur gère des entrées de table de routage pour tous les réseaux connectés ainsi que des entrées de réseaux distants et détermine le meilleur chemin pour atteindre ces destinations.

Comment se fait le routage?

Acheminement des parties vers le réseau correct

Adresse MAC de destination	Adresse MAC source	Adresse IP source	Adresse IP de destination	Données
11-11-11- 11-11-11	AA-AA-AA-AA-AA-AA	192.168.1.110	172.16.1.99	

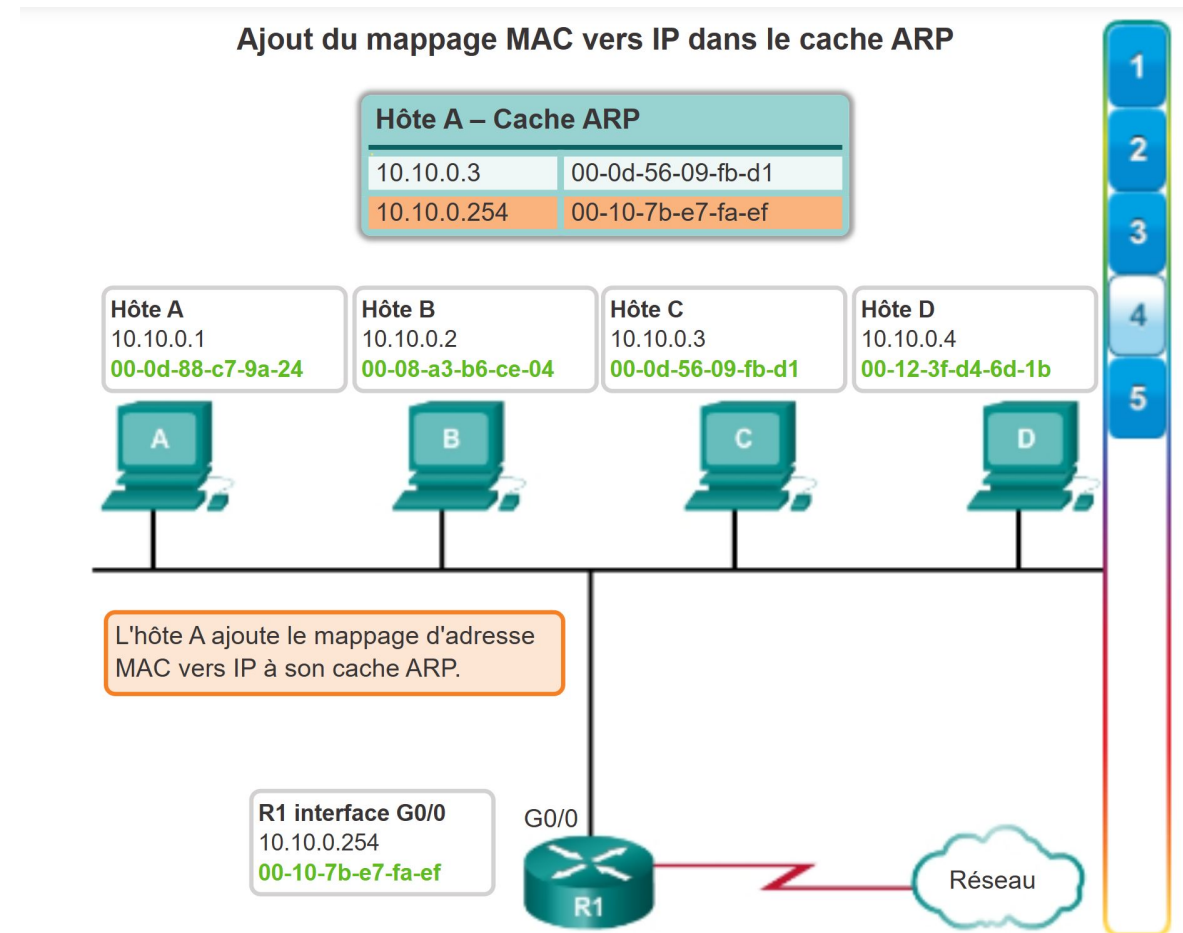
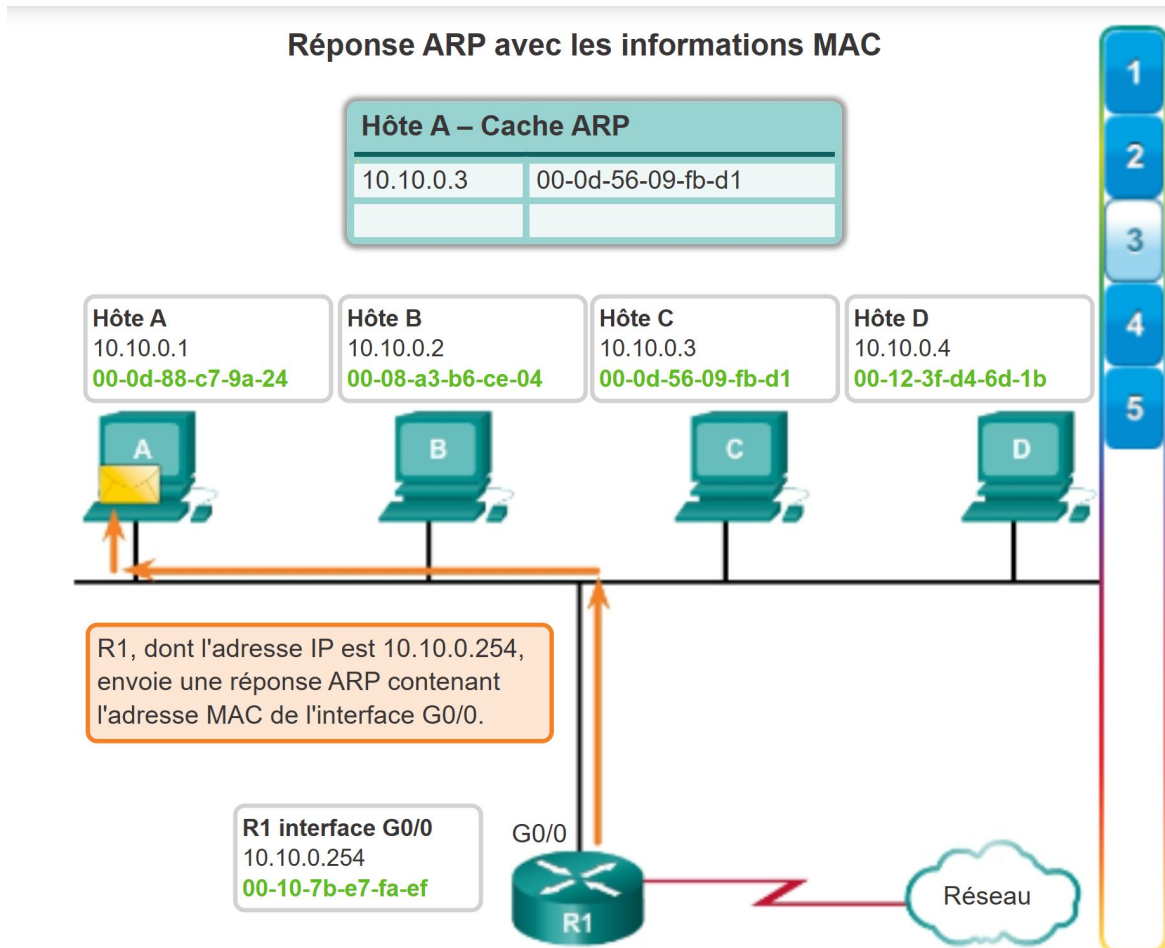


si le PC1 envoie un paquet au serveur Web situé à l'adresse 172.16.1.99, il constate que le serveur Web n'est pas sur le réseau local et il doit, par conséquent, envoyer le paquet à l'adresse MAC (contrôle d'accès au support) de sa passerelle par défaut

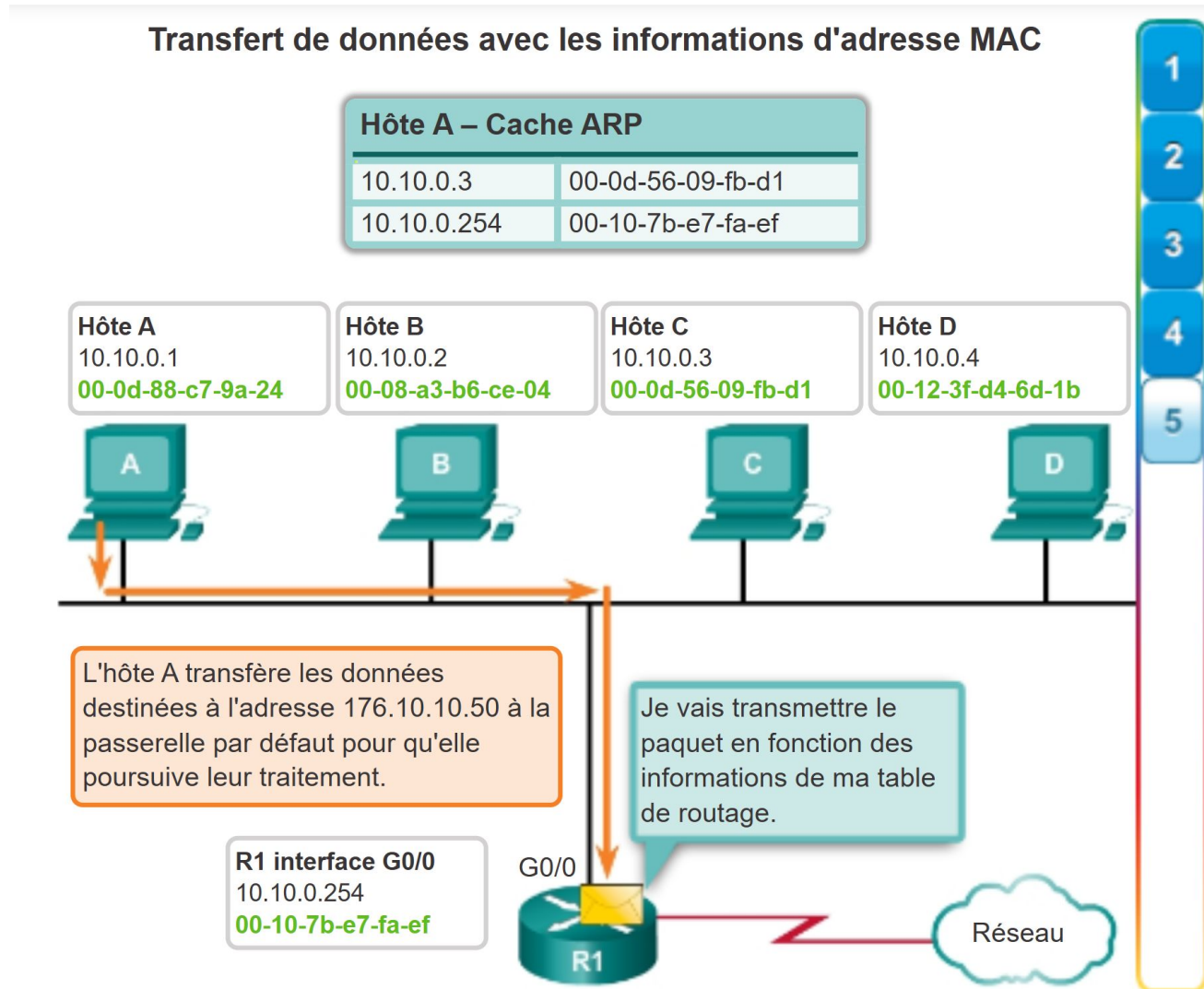
Remarque : en général, un routeur est également configuré avec sa propre passerelle par défaut. Celle-ci est parfois appelée passerelle de dernier recours.

Comment se fait le routage?

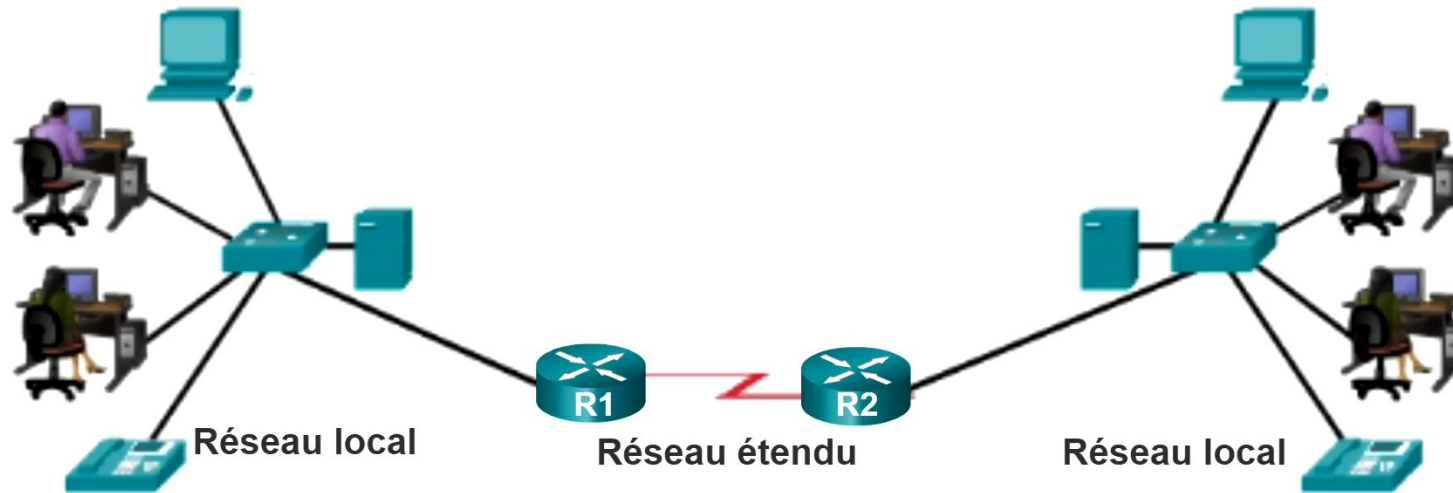
Plus de détails ! ,Exemple :



Comment se fait le routage?



Comment se fait le routage?

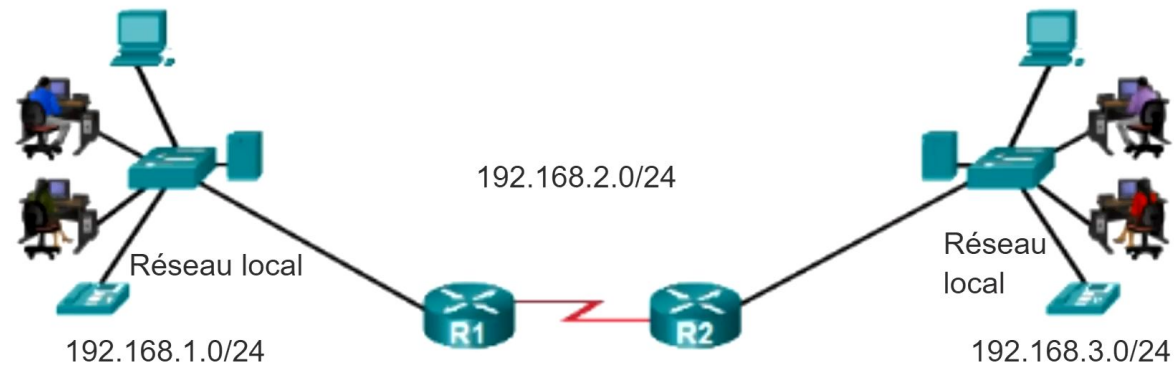


Les routeurs acheminent les paquets vers la destination appropriée. Ils permettent de relier plusieurs supports.

Comment se fait le routage?

Les principales fonctions d'un routeur sont les suivantes :

- Détermine le meilleur chemin pour l'envoi des paquets
- Transférer les paquets vers leur destination



Comment se fait le routage?

Les routeurs prennent en charge trois mécanismes de transfert des paquets :

❑ Commutation de processus :

- Ancien mécanisme de transfert de paquets
- Pour chaque paquet reçu, le processeur fait correspondre l'adresse de destination avec une entrée de sa table de routage
- **Le routeur effectue cette opération pour chaque paquet**, même si la destination est identique pour une série de paquets
- Le routeur effectue cette opération pour chaque paquet, même si la destination est identique pour une série de paquets

❑ Commutation rapide :

- Utilise **un cache** à commutation rapide pour stocker les informations de tronçon suivant.
- Le premier paquet pour une destination est commuté par le processus et transféré à l'interface de sortie.
- Si un autre paquet ayant la **même destination** arrive sur une interface, les informations de tronçon suivant du **cache** sont réutilisées sans intervention du processeur.

Comment se fait le routage?

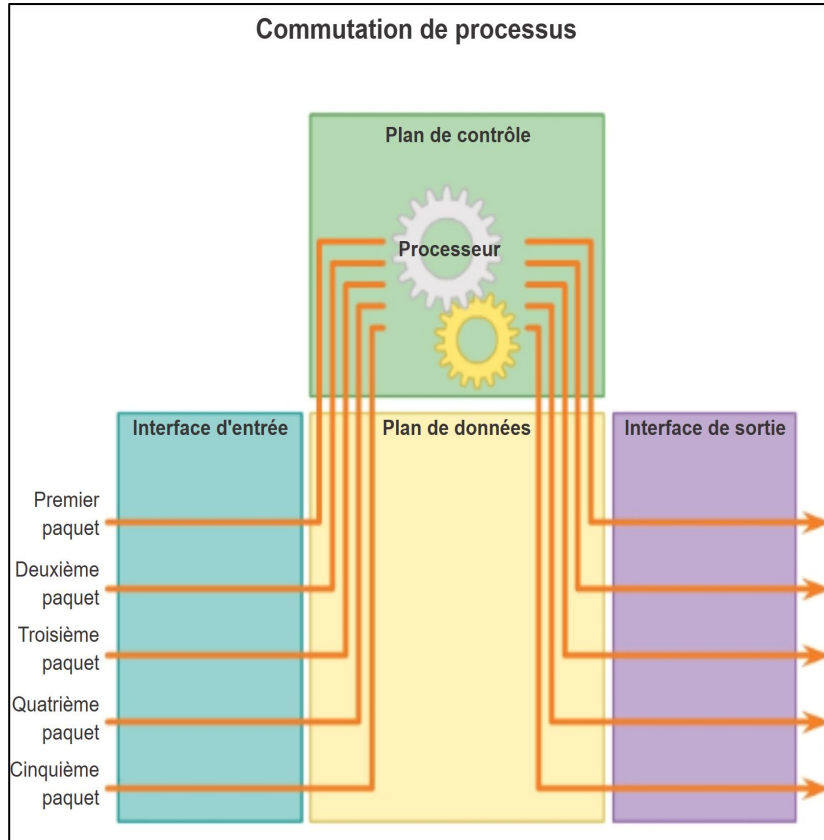
□ CEF (Cisco Express Forwarding) :

- le protocole CEF est le mécanisme de transfert de paquets Cisco IOS le plus récent et le plus prisé.
- Comme la commutation rapide, le protocole CEF génère une table FIB et une table de contiguïté.
- à la différence de la commutation rapide, les entrées de table ne sont pas déclenchées par les paquets, mais par les modifications, comme en cas de changement dans la topologie du réseau. Par conséquent, lorsqu'un réseau a convergé,
- les tables FIB et de contiguïté contiennent toutes les informations qu'un routeur doit prendre en compte lors du transfert d'un paquet.

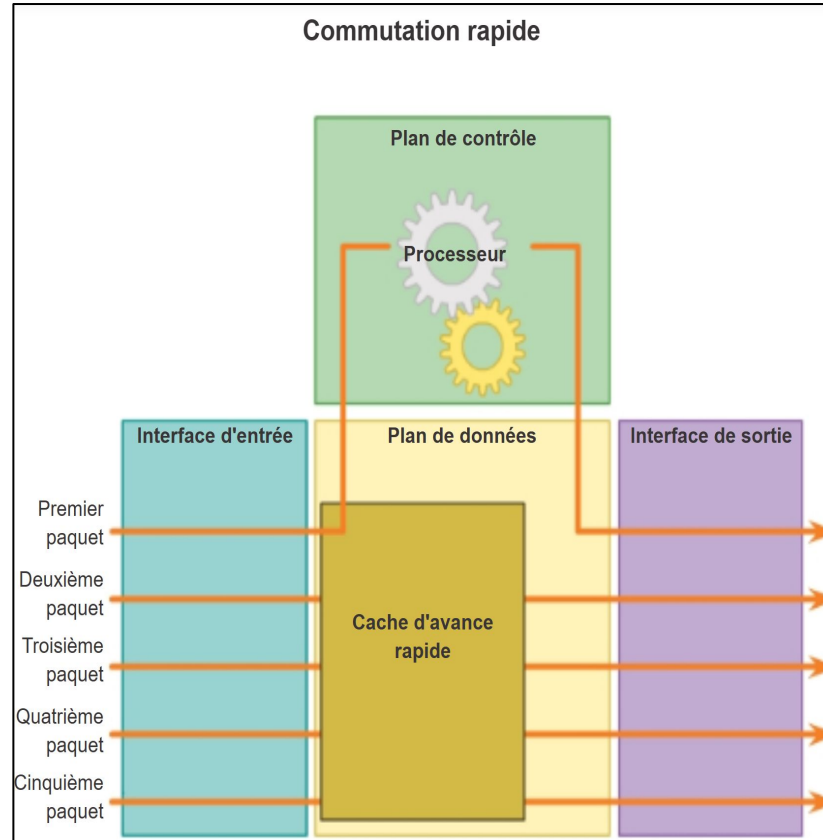
Comment se fait le routage?

Les trois mécanismes de transfert des paquets (Exemple de 5 paquets)

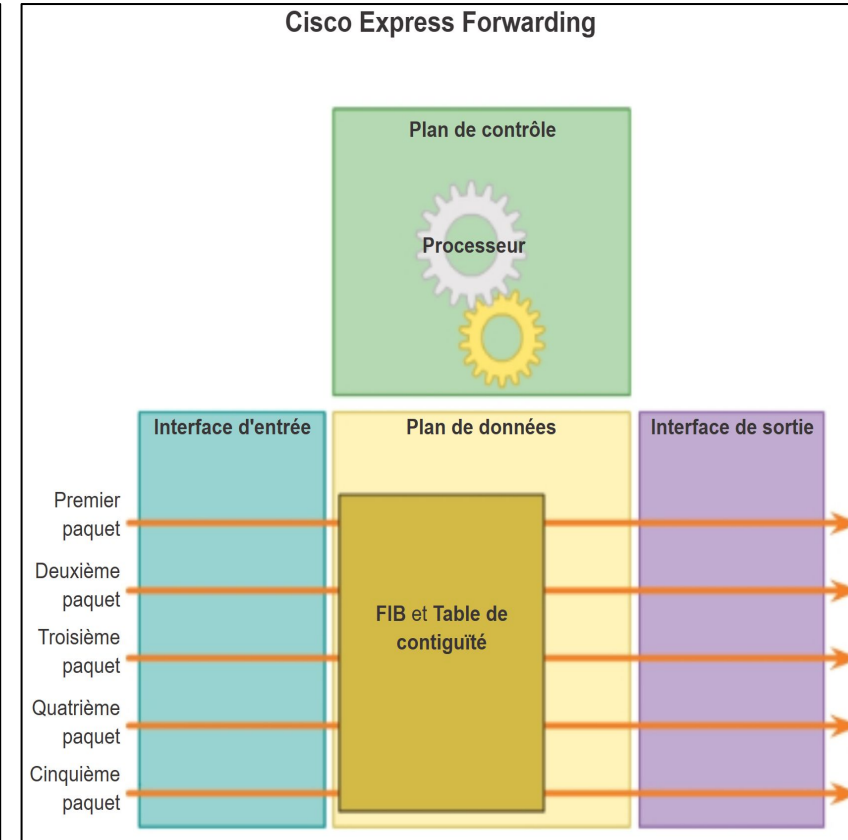
Commutation de processus



Commutation rapide



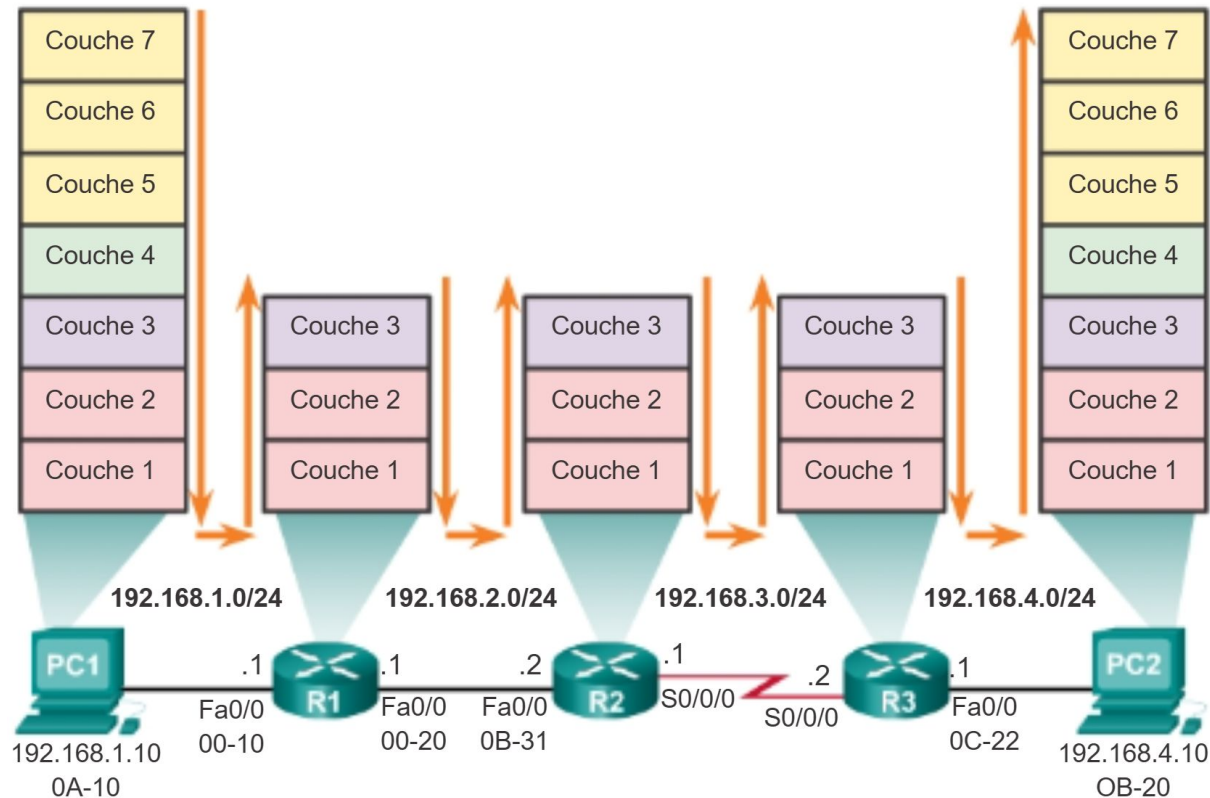
Cisco Express Forwarding



Comment se fait le routage?

La fonction principale d'un routeur consiste à acheminer des paquets vers leur destination. Il faut pour cela faire appel à la fonction de **commutation**, qui est **le processus utilisé par un routeur pour recevoir un paquet sur une interface et l'envoyer depuis une autre interface**. La fonction de commutation a pour responsabilité principale d'encapsuler les paquets dans le type de trame liaison de données adéquat pour la liaison de données de sortie.

Remarque : dans ce contexte, le terme « **commutation** » désigne littéralement les paquets se déplaçant d'une source vers une destination. **Il ne faut pas le confondre avec la fonction d'un commutateur de couche 2.**



Que fait un routeur d'un paquet qu'il a reçu d'un réseau et qui est destiné à un autre réseau ? Le routeur effectue les trois étapes principales suivantes :

Étape 1. Il désencapsule le paquet de couche 3 en supprimant l'en-tête et le code de fin (trailer) de la trame de couche 2.

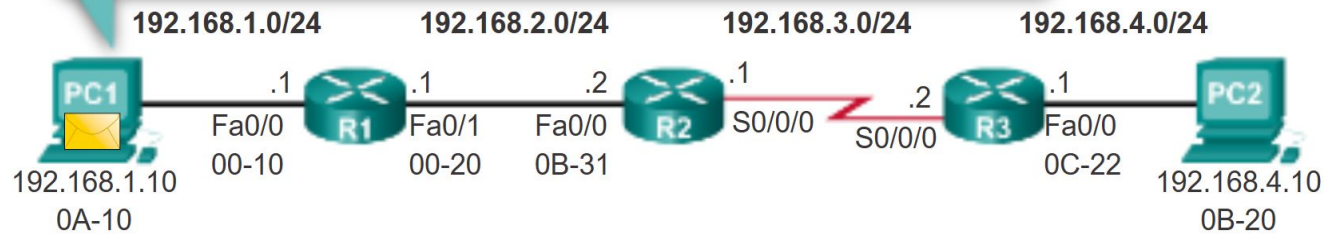
Étape 2. Il examine l'adresse IP de destination du paquet IP pour trouver le meilleur chemin dans la table de routage.

Étape 3. Si le routeur trouve un chemin vers la destination, il encapsule le paquet de couche 3 dans une nouvelle trame de couche 2 et transfère la trame à l'interface de sortie.

Comment se fait le routage?

Le PC1 envoie un paquet au PC2

Comme le PC2 se trouve sur un autre réseau, j'encapsule le paquet et je l'envoie au routeur sur MON réseau. Il faut que je choisisse une adresse MAC...



Trame liaison de données de couche 2

Données de couche 3 du paquet

Adresse MAC de destination 00-10	Adresse MAC source 0A-10	Type 0x800	Adresse IP source 192.168.1.10	Adresse IP de destination 192.168.4.10	Champs IP	Données	Code de fin
-------------------------------------	-----------------------------	------------	-----------------------------------	---	-----------	---------	-------------

Cache ARP du PC1 pour R1

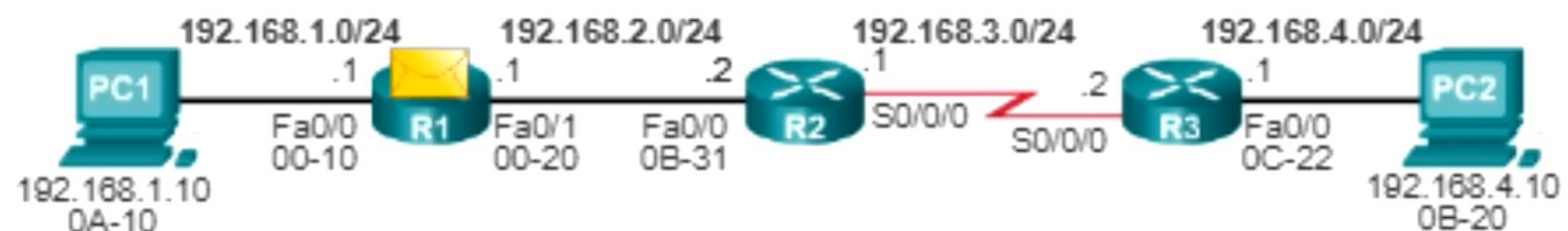
Adresse IP	Adresse MAC
192.168.1.1	00-10

- PC1 doit déterminer si l'adresse IPv4 de destination se trouve sur le même réseau
- Il génère une requête ARP pour obtenir l'adresse afin de compléter le paquet et de l'envoyer vers la destination.
- Le PC1 peut alors transférer le paquet à l'adresse MAC de la passerelle par défaut, l'interface Fa0/0 du routeur R1.

Comment se fait le routage?

Et la suite !

Le routeur R1 transfère le paquet au PC2



Trame liaison de données de couche 2

Données de couche 3 du paquet

Adresse MAC de destination 00-10	Adresse MAC source 0A-10	Type 0x800	Source IP 192.168.1.10	Adresse IP de destination 192.168.4.10	Champs IP	Données	Code de fin
-------------------------------------	-----------------------------	---------------	---------------------------	---	-----------	---------	-------------

Comment se fait le routage?

Processus de prise de décisions relatives à la transmission de paquets

En résumé !

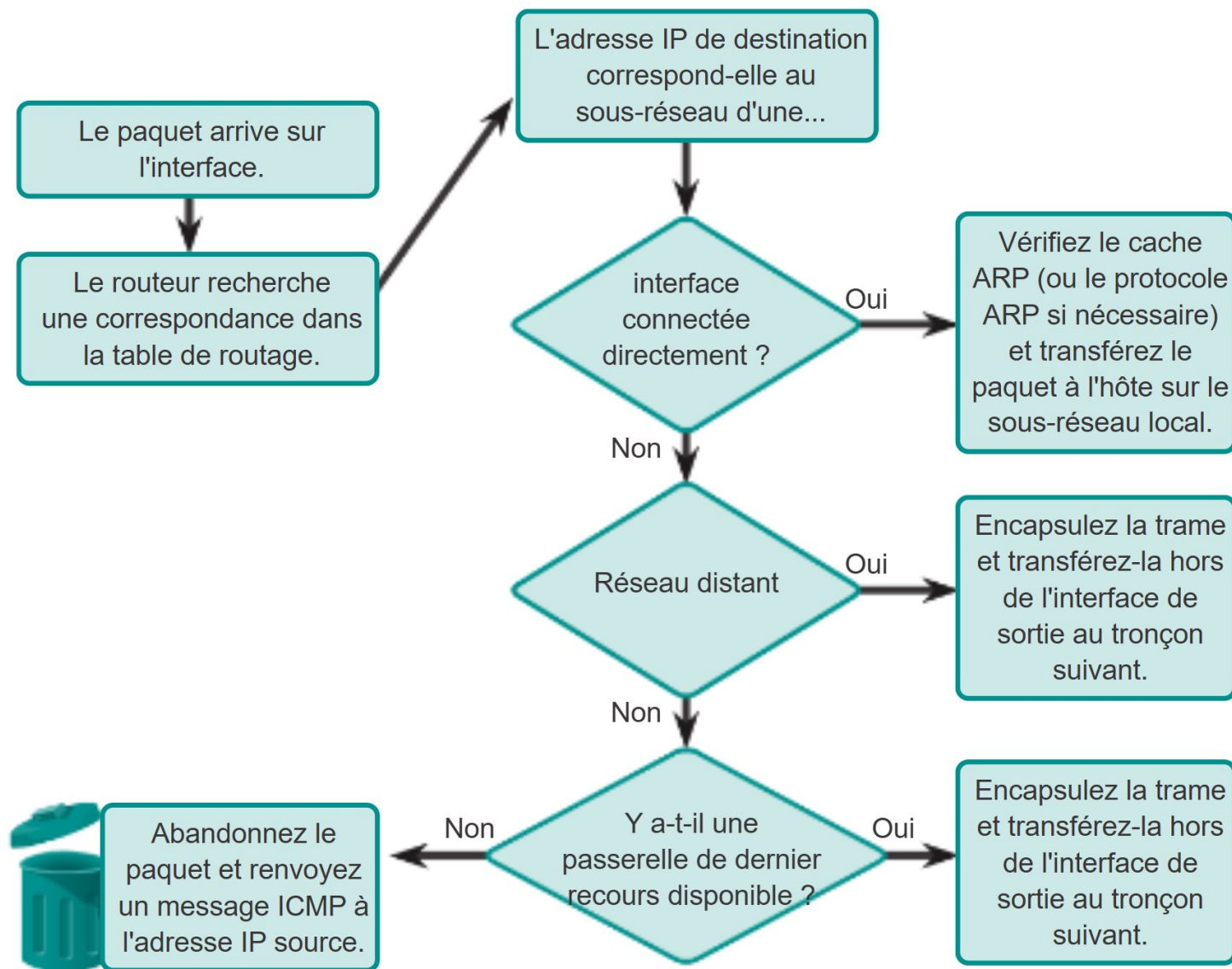


Table de routage

- une table de routage est un fichier de données dans la mémoire vive qui sert à stocker des informations concernant la route pour les réseaux connectés directement et les réseaux distants
- La table de routage contient des associations de réseau ou de tronçon suivant. Celles-ci informent un routeur qu'une destination donnée peut être atteinte par l'envoi du paquet à un routeur donné, lequel représente le tronçon suivant sur le chemin menant à la destination finale.
- L'association de tronçon suivant peut également être l'interface de sortie vers la destination suivante. Notamment si le réseau de destination est directement connecté
- La métrique, reprenant le cout du chemin
- Sur un routeur Cisco IOS, la commande **show ip route** peut être utilisée pour afficher la table de routage IPv4 d'un routeur
- La table de routage contient uniquement les adresses réseaux et non pas les adresses machines

Table de routage

Exemple

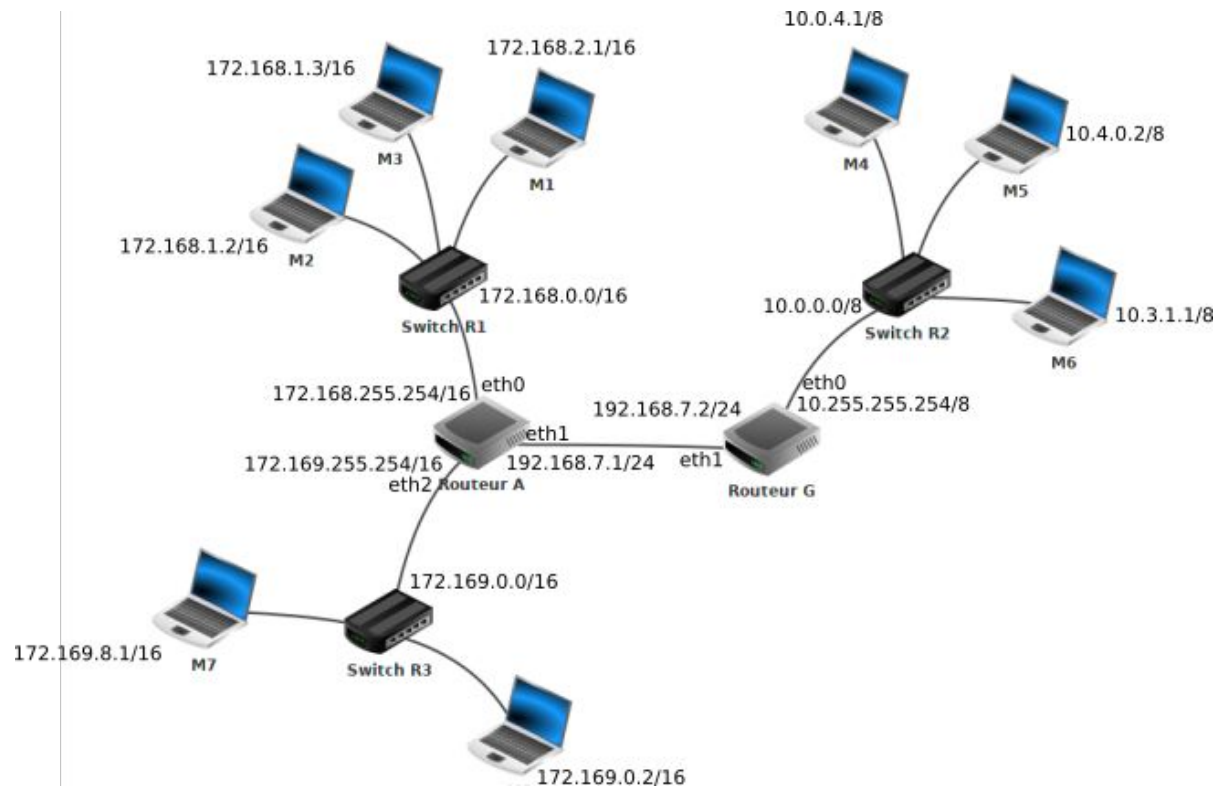


table de routage simplifiée du routeur A

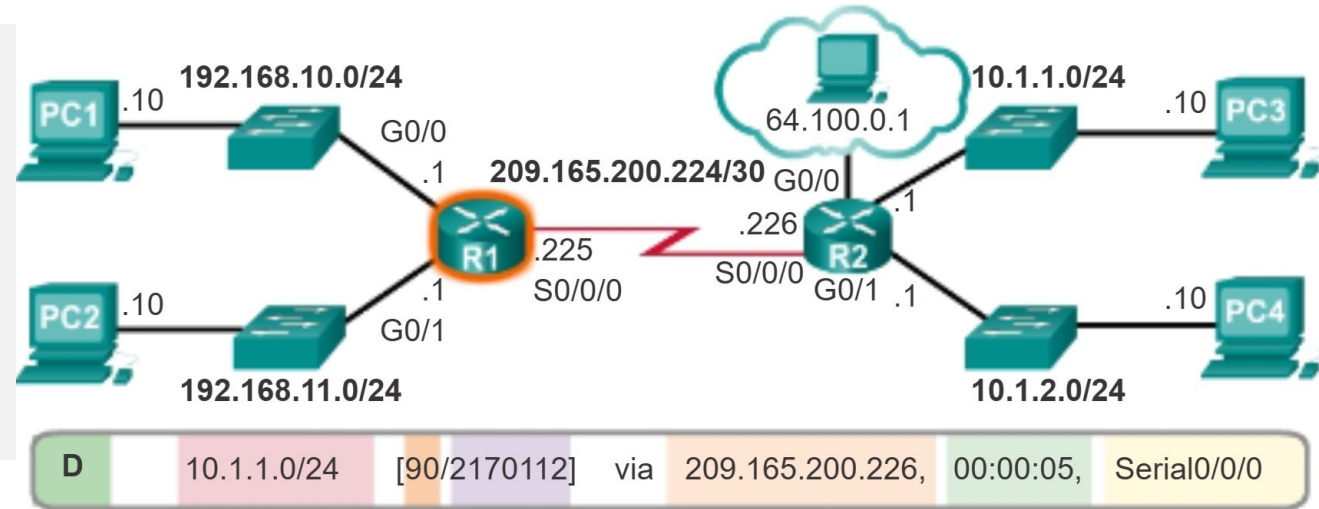
Réseau	Moyen de l'atteindre	Métrique
172.168.0.0/16	eth0	0
192.168.7.0/24	eth1	0
172.169.0.0/16	eth2	0
10.0.0.0/8	192.168.7.2/24	1

Table de routage

En pratique

Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia -
IS-IS inter area
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
P - periodic downloaded static route

Identificateurs d'entrée de réseau distant



Légende

- indique comment le réseau a été découvert par le routeur.
- indique le réseau de destination.
- indique la distance administrative (fiabilité) de la source de la route.
- indique la distance à parcourir pour atteindre le réseau distant.
- indique l'adresse IP de tronçon suivant permettant d'atteindre le réseau distant.
- indique le temps écoulé depuis la découverte du réseau.
- indique l'interface de sortie du routeur permettant d'atteindre le réseau de destination.

Table de routage

Le logiciel CISCO IOS utilise ce que l'on appelle la distance administrative (AD) pour déterminer la route à installer dans la table de routage IP. Le domaine administratif représente le degré de fiabilité de la route. Plus il est faible, plus la source de la route est fiable. Par exemple, une route statique a un domaine administratif de 1, alors qu'une route découverte par le protocole EIGRP a un domaine administratif de 90. Sur deux routes distinctes menant à la même destination, le routeur choisit celle présentant le plus faible domaine administratif

Distances Administratives par défaut

Origine de la route	Distance administrative
Connecté	0
Statique	1
Route récapitulative EIGRP	5
BGP externe	20
EIGRP interne	90
IGRP	100
OSPF	110
protocole de routage IS-IS	115
RIP	120
EIGRP externe	170
BGP interne	200

Table de routage

Routes directement connectées

- Un routeur nouvellement déployé, sans aucune interface configurée, dispose d'une table de routage vide

Avant que l'état de l'interface soit considéré comme up/up et ajouté à la table de routage IPv4, l'interface doit :

- être associée à une adresse IPv4 valide ;
- être activée à l'aide de la commande **no shutdown** ;
- recevoir un signal porteur d'un autre périphérique (routeur, commutateur, hôte, etc.).

- Une fois l'interface active, son réseau est ajouté à la table de routage en tant que réseau connecté directement.

- Le réseau “directement connecté “ sera indiqué par un code “C” dans la table de routage

- **Pour qu’une route statique ou dynamique soit installée dans la table de routage, il faut au minimum un réseau directement connecté (pour transférer les paquets vers une passerelle).**

Les protocoles de routage

- Le Routage Statique (Manuel)
- Protocoles de routages Dynamiques :

Protocoles IGP				Protocoles EGP
Protocoles de routage à vecteur de distance		Protocoles de routage d'état des liaisons		Protocole BGP
Par classe	RIP	IGRP		EGP
Sans classe	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	BGPv4
IPv6	RIPng	EIGRP pour IPv6	OSPFv3	BGPv4 pour IPv6

Références

- <http://cisco.ofppt.info/>
- <https://ccnareponses.com/>
- Formation Cisco ICND1/CCENT Alphorm.com
- <http://stjonum.fr/T/architecture/a2.html>
- Cours de Mme MEDJAHED