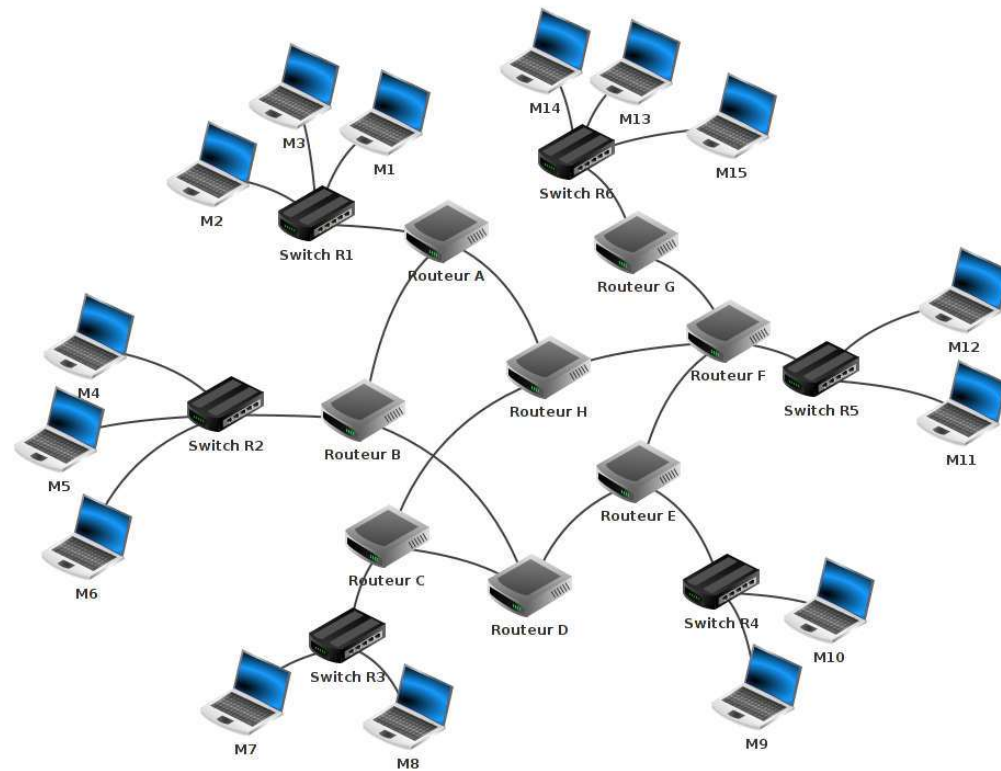
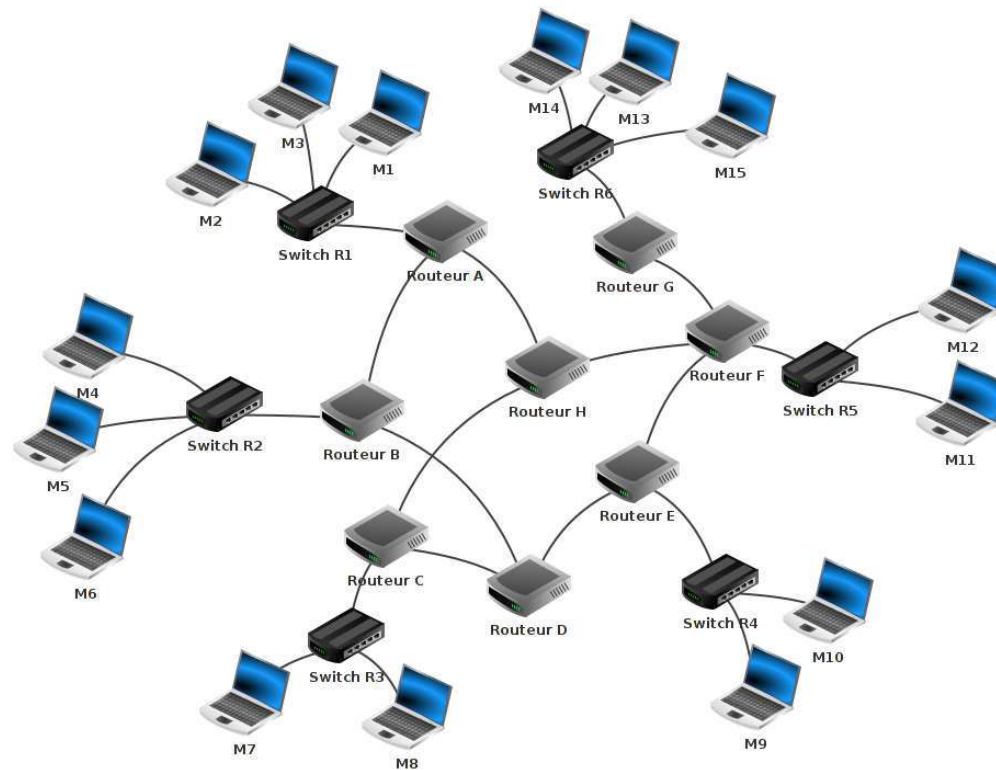


# Chapitre 7 : Routage IP Statique



# La Communication dans les Réseaux IP

- La fonction d'un réseau est d'interconnecter des machines entre elles, leur permettant ainsi d'échanger des informations, sous formes de paquets de données.
- Un réseau est une interconnexion de réseaux plus petits, reliés entre eux par l'intermédiaire de routeurs, formant ainsi la topologie du réseau.



**Exemple : un réseau reliant plusieurs LAN**

# La Communication dans les Réseaux IP

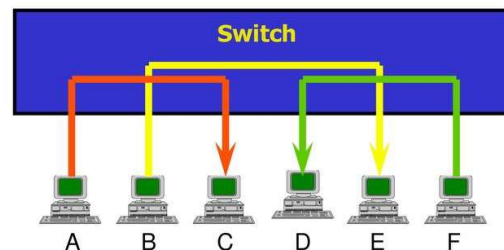
## Routage de données :

Le **routage** est le mécanisme par lequel des chemins sont sélectionnés dans un réseau, pour acheminer les données d'un expéditeur jusqu'à un ou plusieurs destinataires.

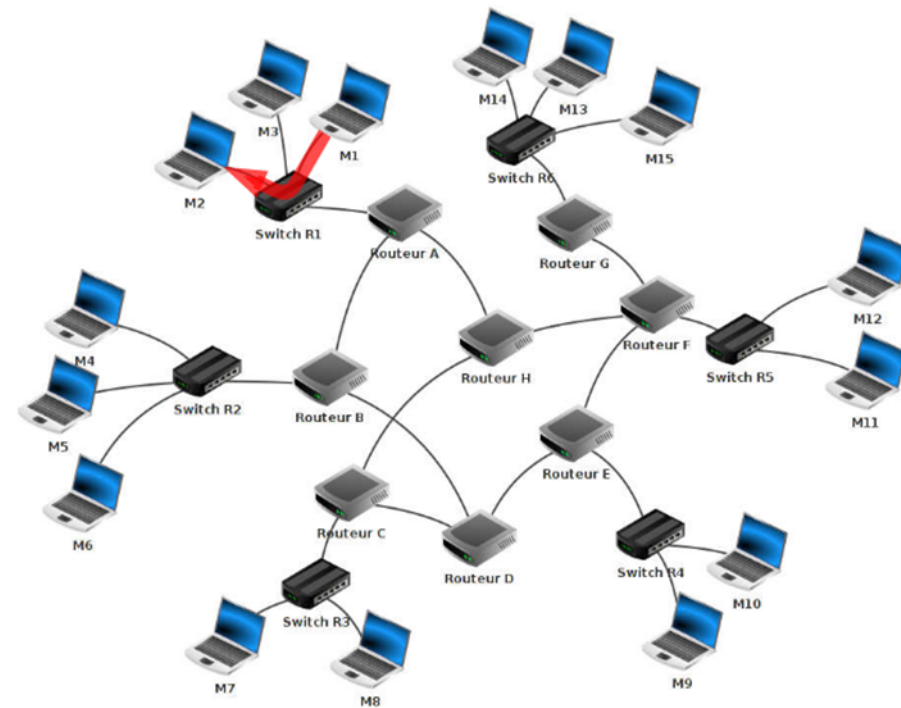
### ❖ Entre deux hôtes du même sous-réseau :

Sur un même sous-réseau, tous les hôtes doivent avoir la même **adresse réseau (NetId)**. Les paquets de données encapsulés dans des trames passent par les commutateurs (**switch**), un composant de la couche accès réseau. Un switch ne lit pas les adresses IP ! Le routage des données dans ce cas s'appelle la **commutation**, et se fait à l'aide des **adresses MAC**.

- Avec un commutateur Ethernet un grand nombre d'information peut circuler en même temps



- Chaque port dispose de 10, 100 ou 1000 Mbps selon les possibilités du commutateur et celle de l'équipement qui lui est raccordé.
- Les données transitant entre 2 ports ne sont pas répercutées sur les autres



# La Communication dans les Réseaux IP

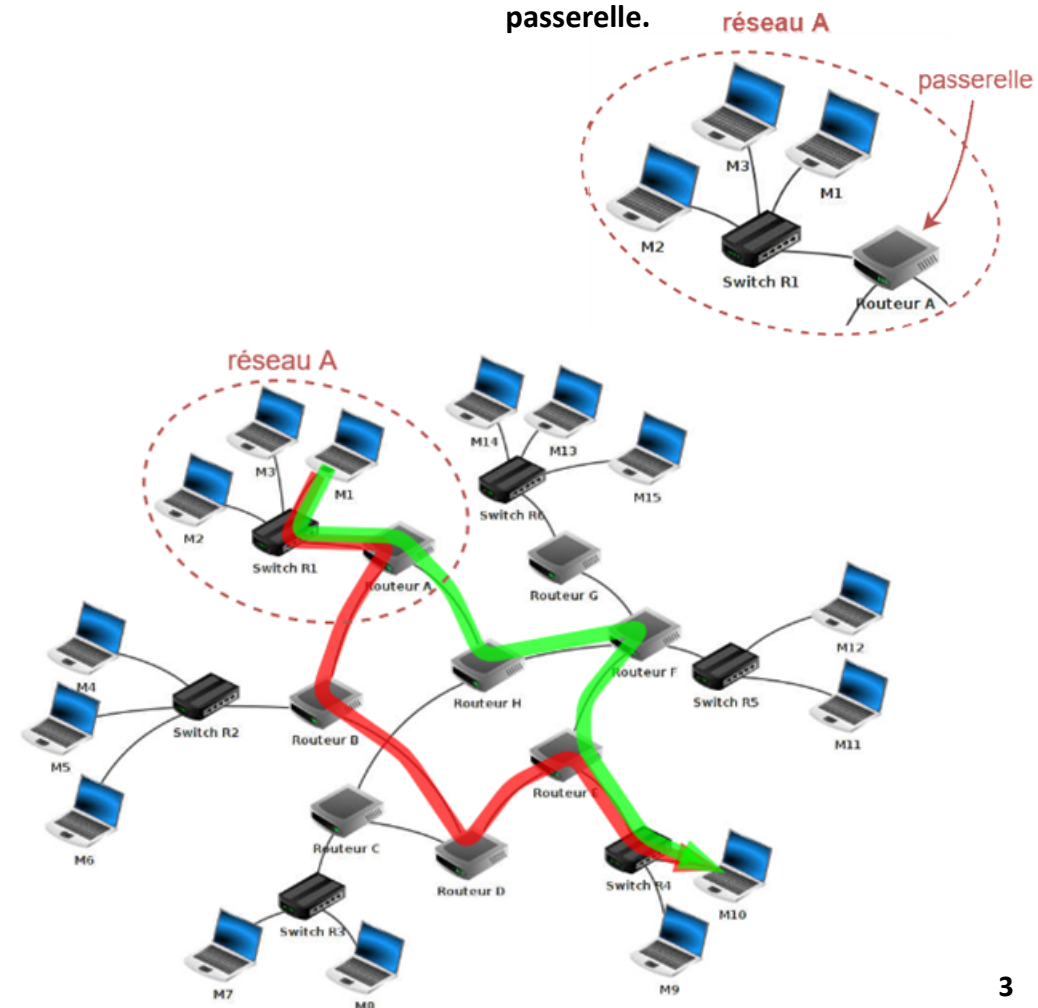
## ❖ Entre deux sous-réseaux différents :

- Deux hôtes de deux **sous-réseaux différents** ne possèdent pas la même adresse de réseau. Le destinataire n'étant pas sur le même réseau que l'expéditeur, l'émetteur s'adresse via le switch à un routeur d'accès qui joue alors le rôle de passerelle (**gateway**). Chaque routeur du réseau possède une certaine « **connaissance** » de la topologie du réseau et peut faire passer le paquet qu'il reçoit à un **routeur voisin**.
- Mais il y a le plus souvent **plusieurs routes possibles**.  
**Exemple** : M1 et M10 appartiennent à des sous-réseaux différents : la communication doit passer par des **routeurs d'accès** et des **routeurs internes** au réseau. plusieurs routes permettent l'échange d'informations.

## Plusieurs questions se posent à présent :

- Comment les routeurs procèdent, acquièrent-ils une connaissance de la topologie du réseau ?
- Comment le chemin entre deux machines est-il choisi, et par qui ?

Exemple : Dans le réseau A ci dessous, le routeur A joue le rôle de passerelle.

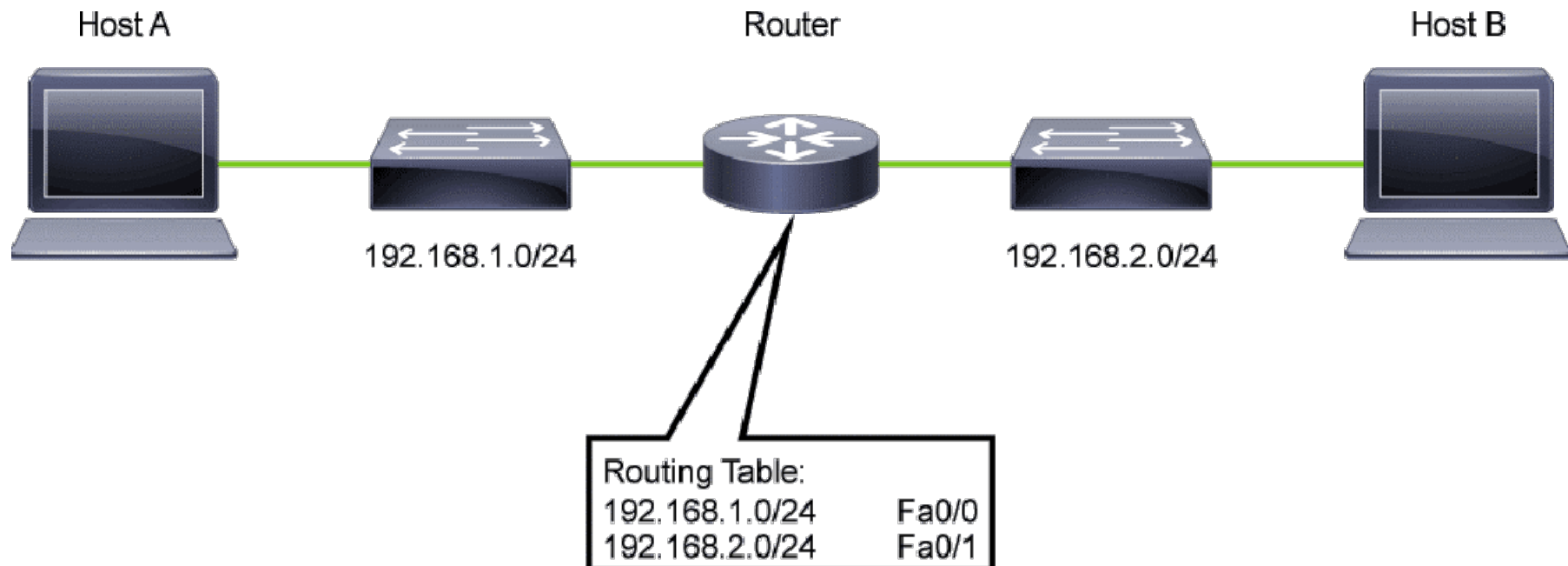


# La Communication dans les Réseaux IP

## Rôle d'un routeur

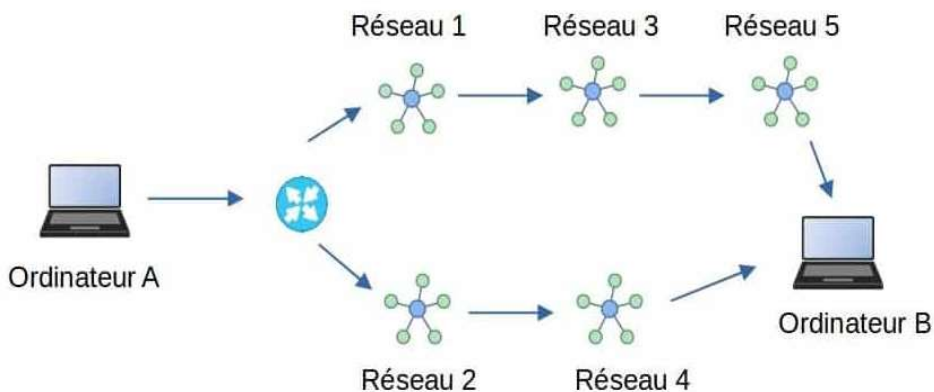
Un routeur est un **périphérique réseau** qui transmet des **paquets** entre différents réseaux locaux ou LAN.

- Les routeurs sont nécessaires pour atteindre les hôtes et périphériques qui **ne sont pas dans le même réseau local**.
- Les routeurs utilisent une **table de routage** pour parcourir les réseaux.



# Qu'est-ce que le routage IP et son rôle

- ❑ Dans un réseau LAN (Ethernet), la **commutation réseau** est effectuée par les **commutateurs** ou **switchs**, qui se basent sur l'**adresse niveau 2** de destination contenu dans la trame reçue (par exemple, c'est une adresse MAC pour le protocole Ethernet).
- ❑ Mais l'**interconnexion entre les réseaux** s'effectuent à travers des **routeurs** qui se basent sur l'**adresse IP**.
- ❑ Le **routage IP** est un processus qui envoie des paquets d'un hôte sur un réseau à un autre hôte sur un réseau différent. Il permet d'examiner l'adresse IP de destination d'un paquet, de déterminer l'adresse du **prochain saut**, et de le transmettre.
- ❑ Pour y parvenir, les routeurs IP utilisent des **tables de routage** pour déterminer l'adresse de saut suivant à laquelle le paquet doit être livré.
- ❑ Ce mécanisme consistant à ne connaître que l'adresse du **prochain maillon** menant à la destination est appelé **routage par sauts successifs** (en anglais **next-hop routing**).
- ❑ La commande **tracert** permet d'examiner les sauts (hops) et chemins des paquets réseaux. On peut alors visualiser l'itinéraire d'un paquet avec les différents sauts, ce qui donne une idée du routage IP.



```
Microsoft Windows [Version 10.0.17134.885]
(c) 2018 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\mjp>tracert ggexample.com

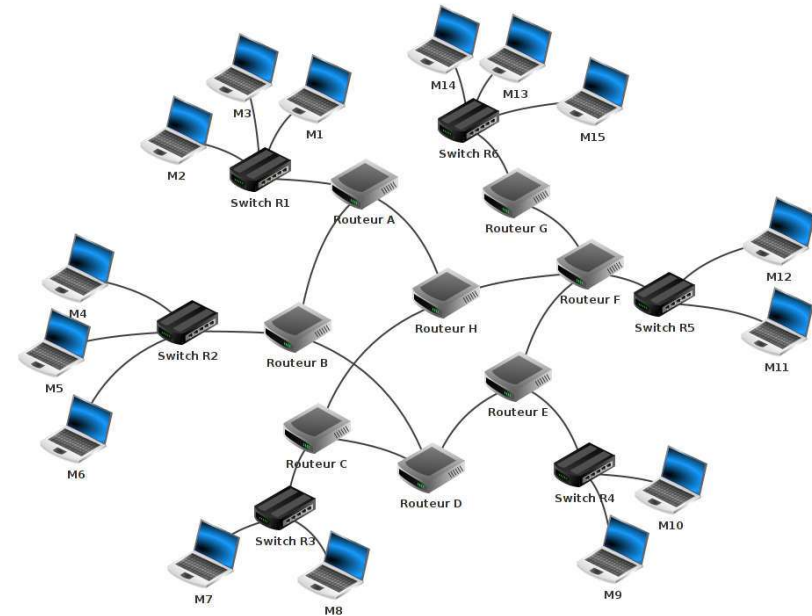
Tracing route to ggexample.com [96.127.135.98]
over a maximum of 30 hops:
  0  2 ms   1 ms   1 ms LINKSYS01329 [192.168.1.1] < Home network
  1  12 ms  10 ms   9 ms 142.254.186.129
  2  32 ms  22 ms  31 ms agg62.ycvycaam02h.socal.rr.com [76.167.16.205]
  3  14 ms  10 ms  12 ms agg24.pldscabx02r.socal.rr.com [72.129.38.86]
  4  19 ms  18 ms  14 ms 72.129.37.2 < ISP
  5  17 ms  20 ms  14 ms bu-ether26.tustca4200w-bcr00.tbone.rr.com [66.109.3.232]
  6  18 ms  15 ms  15 ms 0.ae3.pr1.lax10.tbone.rr.com [107.14.19.56]
  7  16 ms  15 ms  14 ms 66.109.7.38
  8  *      65 ms  99 ms ae13.cs1.lax112.us.eth.zayo.com [64.125.28.230]
  9  70 ms  85 ms  67 ms ae6.cs1.las2.us.eth.zayo.com [64.125.27.33]
 10  66 ms  63 ms  63 ms ae12.cs1.den5.us.zip.zayo.com [64.125.30.242]
 11  *      *      * Request timed out. < The internet
 12  64 ms  64 ms  62 ms ae11.er2.ord7.us.zip.zayo.com [64.125.26.251]
 13  71 ms  68 ms  66 ms 128.177.108.98.ipyx-142927-900-zyo.zip.zayo.com [128.177.108.98]
 14  105 ms 100 ms 103 ms agg1.c13.r14.s101.chi03.singlehop.net [67.212.190.230]
 15  68 ms  73 ms  69 ms aswg1.c25.r04.s101.chi03.singlehop.net [99.198.126.59] < Website host's network
 16  69 ms  67 ms  66 ms ggexample.com [96.127.135.98] < The website
 17

Trace complete.
```



# Définition de routeurs et leurs types

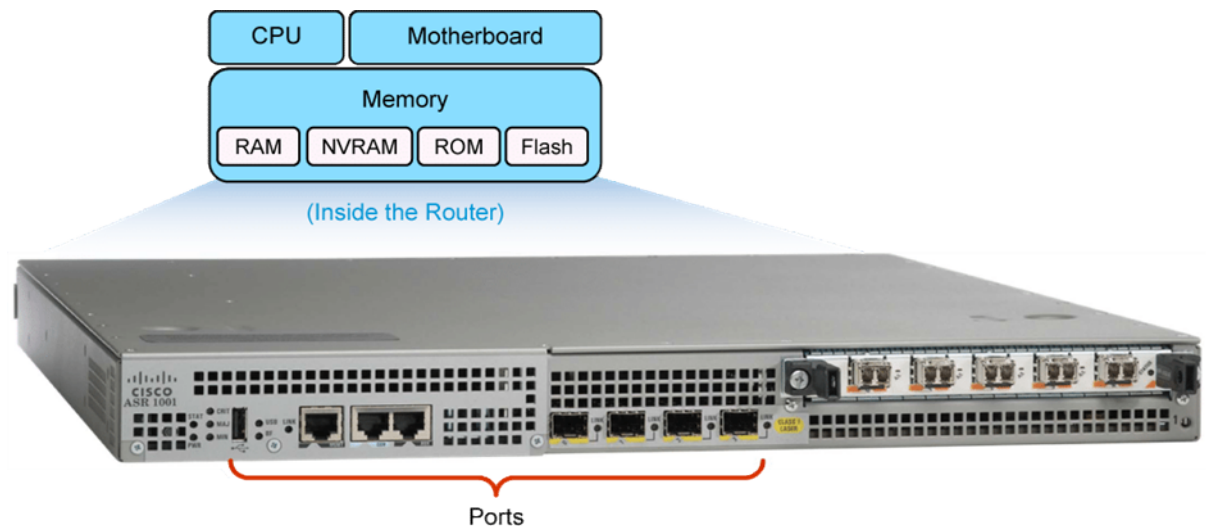
- Un **routeur** permet de relier ensemble plusieurs réseaux. Pour cela, il doit être composé d'au moins deux interfaces réseau (« cartes » réseau : Ethernet, Wifi, ...).
- Il existe des routeurs capables de relier ensemble une dizaine de réseaux.
- N'importe quel ordinateur peut jouer le rôle du **routeur** dès lors qu'il possède au **moins 2 interfaces réseau**.
- On distinguera :
  - **Les routeurs d'accès** qui permettent aux machines d'un sous-réseau d'accéder au réseau WAN. On y connecte les clients et les serveurs, au sein de sous-réseaux (LAN).
  - **Les routeurs internes** qui constituent la structure du réseau WAN lui-même. Leur rôle est d'acheminer les paquets au sein du réseau en se les relayant. Les distances entre eux sont généralement longues et nécessitent des technologies adaptées (fibre optique, satellites, ATM, Frame Relay...).
- Le **routeur** est un composant de la couche Internet : il décapsule les paquets jusqu'à pouvoir lire les adresses IP des expéditeurs et destinataires.



# Composants du routeur

- ❑ Le routeur est reconnu comme un ordinateur doté d'un système d'exploitation et équipé du matériel conçu pour le routage (Matériel & Logiciel).
- ❑ Le premier routeur = IMP (Interface Message Processor) pour l'ARPANET (1969) : L'Interface Message Processor (IMP) est l'équipement informatique au cœur du premier réseau informatique américain Arpanet en 1969. Il a pour mission la gestion des datagrammes et la connexion des ordinateurs à temps partagé. Construit autour de l'ordinateur Honeywell 516 par la société BBN, c'est la première génération de routeur. Les IMP sont au cœur d'ARPANET pendant 20 ans, jusqu'à son extinction en 1989.
- ❑ Un routeur relie des réseaux via plusieurs interfaces distinctes, les interfaces accueillent des LAN et des WAN, et Les routeurs déterminent le meilleur chemin : grâce à leurs tables de routage.
- ❑ Le fabricant Cisco offre de nombreux routeurs différents, qui présentent de nombreuses formes et tailles. Les différents modèles offrent diverses fonctionnalités adaptées à un éventail d'environnements différents. Cependant, la fonction principale d'un routeur est de router les paquets.

**Routeur = Matériel + Logiciel**





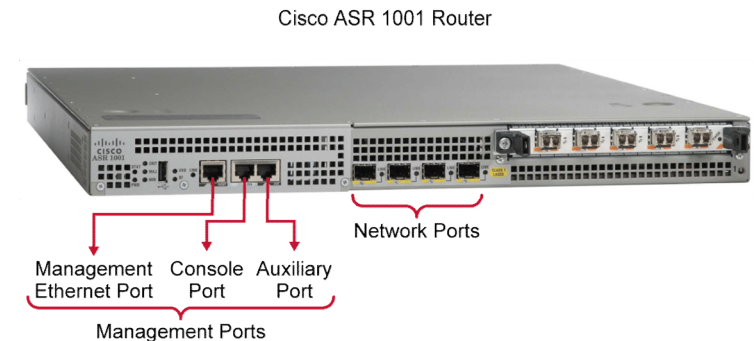
# Composants du routeur

Les Composants d'un routeur :

- ❖ **Système d'exploitation** : le système **IOS de Cisco** est copié dans la mémoire vive (RAM) pendant l'amorçage.
- ❖ **CPU** : ou un processeur. C'est la puce qui est installée sur la carte mère et qui exécute les instructions du système d'exploitation IOS « le traitement ».
- ❖ **Carte mère** : c'est la carte de circuit centrale, qui contient les composants électroniques critiques du système. La carte mère fournit des connexions à d'autres périphériques et interfaces.

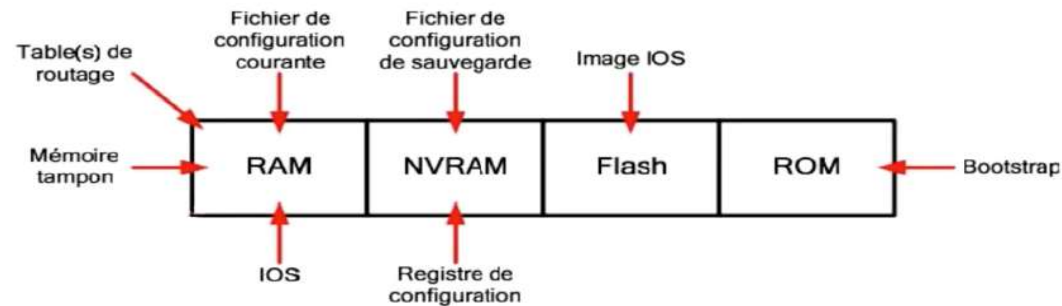
- ❖ **Les ports** : On y retrouve différents types de ports qui sont utilisés pour connecter les routeurs à d'autres périphériques du réseau.

- **Ports réseau** : le routeur possède de nombreux ports réseau, y compris différents **ports LAN** ou **WAN**, qui peuvent recevoir des câbles en cuivre ou en fibre. Les adresses IP sont attribuées aux ports réseau.
- **les Ports de gestion** : qui sont destinés à la connexion d'un terminal utilisé pour la gestion. Les routeurs ont un **port console** qui peut être utilisé pour y connecter un PC pour la gestion, configuration et contrôle. Les routeurs haute gamme peuvent également avoir un **port Ethernet de gestion** dédié qui ne peut être utilisé que pour l'administration. Une adresse IP peut être affectée au port Ethernet et le routeur peut être consulté à partir d'un sous-réseau dédié uniquement à l'administration. Souvent, on les place dans le **vlan administration**. **L'interface Auxiliaire** sur un routeur est utilisée pour la gestion à distance du routeur. En règle générale, un **modem** est connecté à **l'interface Auxiliaire** pour accéder à distance. Du point de vue de la sécurité, la possibilité de se connecter à distance à un périphérique réseau relève de la responsabilité de l'administrateur réseau.



# Composants du routeur

❖ **les Mémoires** : Il y'a en à 4 types principaux (ROM, RAM, FLASH, NVRAM) :



- ❖ **ROM** : la ROM est une mémoire morte de la carte mère. La mémoire morte contient un **firmware** inclus dans un circuit intégré du routeur et ne perd pas son contenu lorsque le routeur est mis hors tension ou redémarré. Les données stockées dans la ROM ne peuvent pas être modifiées. Les **routeurs Cisco** utilisent la mémoire morte pour stocker : les instructions de démarrage (logiciel de démarrage : **bootstrap**) – contiennent les instructions de démarrage. Le logiciel de diagnostic de base – effectue un test **POST** de tous les composants. un **IOS limité** – version de sauvegarde limitée du système d'exploitation, au cas où le routeur ne puisse pas charger l'IOS complet.
- ❖ **Mémoire Flash** : La mémoire Flash est **une mémoire non volatile**, et qui peut être **effacée et reprogrammée**. Elle est utilisée comme lieu de stockage permanent pour l'**IOS** et d'autres **fichiers associés au système**. L'IOS est copié de la mémoire Flash vers la mémoire vive lors du processus de démarrage. Sur certaines plateformes, il peut également comporter des **fichiers de configuration** ou des **images de démarrage**.
- ❖ **NVRAM** : conserve le contenu lorsque le routeur est éteint (mémoire non-volatile). Elle stocke le **fichier de configuration initiale de démarrage (startup-config)** pour la plupart des routeurs. Elle contient également le **registre de configuration** du logiciel, qui sert à déterminer l'image à utiliser lors du démarrage du routeur.

# Composants du routeur

❖ **RAM** : Tout comme les ordinateurs, les routeurs Cisco utilisent en fait de la mémoire vive dynamique (**DRAM**). La mémoire DRAM est un type très répandu de mémoire vive, qui stocke les instructions et les données requises par le processeur. Contrairement à la mémoire morte, la mémoire vive est une mémoire volatile et nécessite une alimentation continue pour conserver les informations qu'elle contient. Elle perd tout son contenu lorsque le routeur est mis hors tension ou redémarré.

La mémoire vive est utilisée pour stocker divers processus et applications, notamment les suivants :

- **Cisco IOS** – l'IOS est copié dans la mémoire vive pendant le démarrage.
- **Fichier de configuration en cours** – il s'agit du fichier de configuration qui stocke les commandes de configuration actuellement utilisées par l'IOS du routeur. On parle également de « **running-config** ».
- **Table de routage IP** – ce fichier stocke des informations sur les réseaux directement connectés et distants. Il permet de déterminer le meilleur chemin à utiliser pour transférer des paquets.
- **Cache ARP** – ce cache contient les mappages **adresses IPv4/adresses MAC**, de la même manière que le cache **ARP** d'un PC. Le cache ARP est utilisé sur les routeurs dotés d'interfaces de réseau local telles que les **interfaces Ethernet**.
- **Mémoire tampon de paquets** – les paquets sont stockés temporairement dans une mémoire tampon lors de leur réception sur une interface ou avant de quitter une interface.

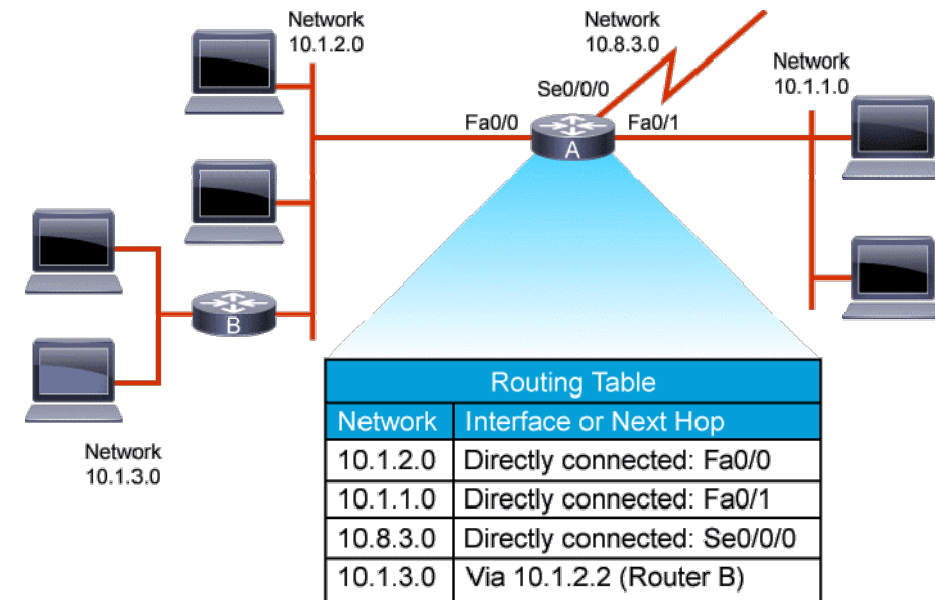
Mémoire	Volatile/Non volatile	Données stockées
Mémoire vive (RAM)	Volatile	<ul style="list-style-type: none"><li>• Exécution de l'autotest à la mise sous tension (IOS)</li><li>• Fichier de configuration en cours</li><li>• Tables ARP et de routage IP</li><li>• Mémoire tampon de paquets</li></ul>
ROM	Non volatile	<ul style="list-style-type: none"><li>• Instructions de démarrage</li><li>• un logiciel de diagnostic de base ;</li><li>• IOS limitée</li></ul>
NVRAM	Non volatile	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fichier de configuration initiale</li></ul>
Flash	Non volatile	<ul style="list-style-type: none"><li>• IOS</li><li>• Autres fichiers système</li></ul>

# Fonctions de Routeur

Les routeurs ont deux fonctions importantes :

## □ Détermination du chemin :

- Les routeurs utilisent leurs **tables de routage** pour déterminer où transférer les paquets. Chaque routeur doit conserver sa propre **table de routage en local**, qui contient une **liste de toutes les destinations connues** du routeur et des informations sur la **façon d'atteindre** ces destinations.
- Lorsqu'un routeur reçoit un paquet entrant, il vérifie **l'adresse IP de destination** dans le paquet et recherche **la meilleure correspondance entre l'adresse de destination et les adresses réseau dans sa table de routage**.
- Une entrée correspondante peut indiquer que la destination est directement connectée au routeur ou qu'elle peut être atteinte via un autre routeur. S'il n'y a pas d'entrée qui correspond, le routeur enverra le paquet à la **route par défaut**. S'il n'y a **pas d'itinéraire par défaut**, le routeur **drop le paquet**, ce qui signifie qu'il le **supprime**.

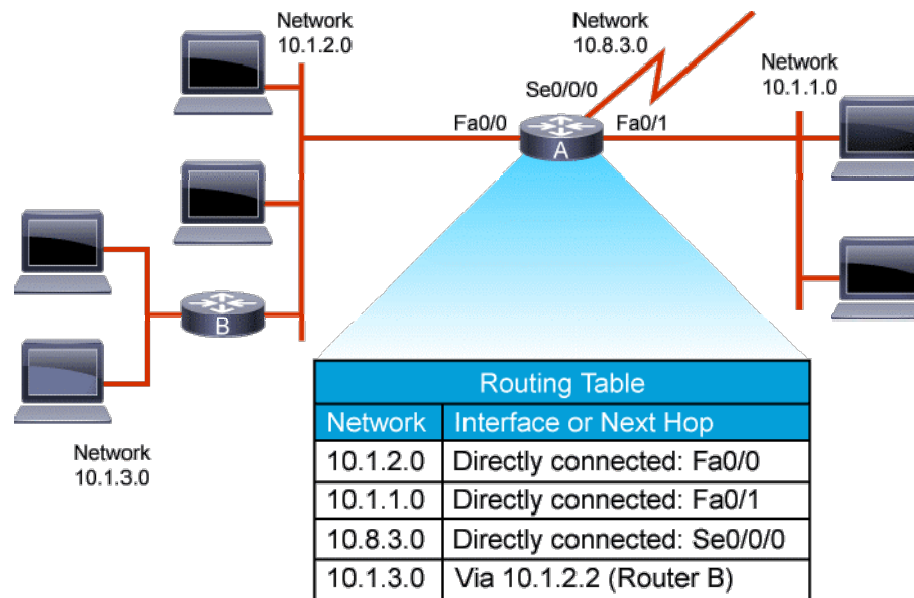


□ **Renvoi ou Routage de paquets** : Après qu'un routeur détermine le chemin approprié pour un paquet, il **transmet le paquet** via **une interface réseau** vers le réseau de destination. Comme le montre la figure ci-dessus, chaque ligne de la table de routage répertorie un réseau de destination et son interface correspondante ou son adresse de départ. S'il existe une interface sur le routeur qui a une adresse IP dans le réseau de destination, il est considéré comme « **directement connecté** » au routeur.

# Fonctions de Routeur

## Par exemple :

- Supposons que le **routeur A** reçoit un paquet sur son **interface Serial 0/0/0** qui est destinée à un hôte sur le réseau **10.1.1.0**. Étant donné que la table de routage indique que le réseau en question est **directement connecté**, le **routeur A** transmet le paquet à l'hôte via son interface **FastEthernet 0/1**.
- Si un réseau de destination dans la table de routage **n'est pas directement connecté**, le paquet sera transmis au **routeur** qui a connaissance du réseau de destination. Quand le paquet traverse un routeur, on dit qu'il fait **un bond**. Par exemple, supposons que le **Routeur A** reçoit un paquet sur son interface **Serial 0/0/0** et l'adresse hôte de destination est sur le réseau **10.1.3.0**. Dans ce cas, il doit transférer le paquet vers l'interface du **routeur B** avec l'adresse IP **10.1.2.2**.



# Mécanismes de Transmission de Paquets dans le Routeur

---

Les routeurs prennent en charge trois mécanismes pour la transmission de paquets :

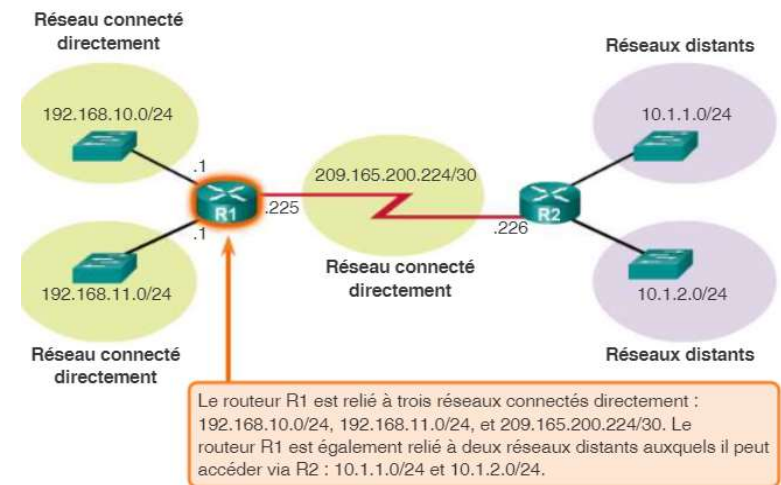
- ❑ **Process Switching** : qui est le mécanisme d'acheminement des paquets le plus ancien. Chaque paquet nécessite une recherche dans la **table de routage**, ce qui provoque d'énormes latences. Il n'est plus trop utilisé, du moins dans les réseaux récents.
- ❑ **Fast Switching** : qui permet d'améliorer les latences du mécanisme précédent. Ici, les routeurs utilisent un cache pour stocker les destinations les plus récentes. Le premier paquet dont la destination n'est pas trouvée dans le cache, il sera commuté par l'ancien mécanisme, et une entrée sera créée dans le cache. Les paquets suivants auront une commutation plus rapide, car leurs destinations seront enregistrées dans le cache et le processeur n'aura pas besoin de travailler pour trouver le chemin.
- ❑ **Cisco Express Forwarding** : qui est le mécanisme de transmission de paquets Cisco IOS le plus récent et le plus répandu, Il intègre à lui-même, le meilleur des mécanismes de switch précédents. Chaque modification apportée au réseau déclenche la mise à jour des entrées de la table de cache. Lorsque quelque chose change dans la topologie du réseau, la modification se reflète également dans la table du cache. Tous les paquets sont commutés à l'aide du cache (même le 1er paquet), ce qui rend Cisco Express Forwarding le mécanisme de transfert le **plus rapide**.



# Table de Routage – Définition et Utilité

- ❑ Chaque routeur maintient une table nommée « **table de routage** » qui est stockée dans sa **mémoire vive**. Une table de routage est largement utilisée par les routeurs pour **décider du chemin vers le réseau de destination**.
- ❑ Une **table de routage** contient la liste de tous **les réseaux connus du routeur** ainsi que les informations sur **la façon de pouvoir accéder à ces réseaux**. Chaque ligne, ou entrée, de la table de routage répertorie **un réseau de destination** et **l'interface ou l'adresse suivante** par laquelle il peut être atteint.
- ❑ La table de routage d'un routeur stocke des informations sur :
  - **Les routes directement connectées** – ces **routes** proviennent des **interfaces actives** du routeur. Les routeurs ajoutent une route **connectée directement** lorsqu'une **interface est configurée** avec une **adresse IP** et est **activée**. Chacune des interfaces du routeur est connectée à un segment du réseau différent. Les routeurs tiennent à jour des informations sur les segments réseau auxquels ils sont connectés dans la table de routage.
  - **Routes distantes** – ces routes correspondent aux réseaux distants connectés aux d'autres routeurs. Les **routes** vers ces réseaux peuvent être **configurées manuellement** sur le routeur local par l'administrateur réseau ou être **configurées de manière dynamique** en permettant au routeur local d'échanger des informations de routage avec d'autres routeurs en utilisant des protocoles de **routage dynamique**.

Table de routage de R1	
Réseau	Interface du prochain saut (Next Hop)
10.1.0.0	Directement connecté : Fa0/0
10.4.0.0	Directement connecté : Fa0/1
10.2.0.0	Directement connecté : S0/0/0
10.3.0.0	Via 10.1.0.1 (R2)

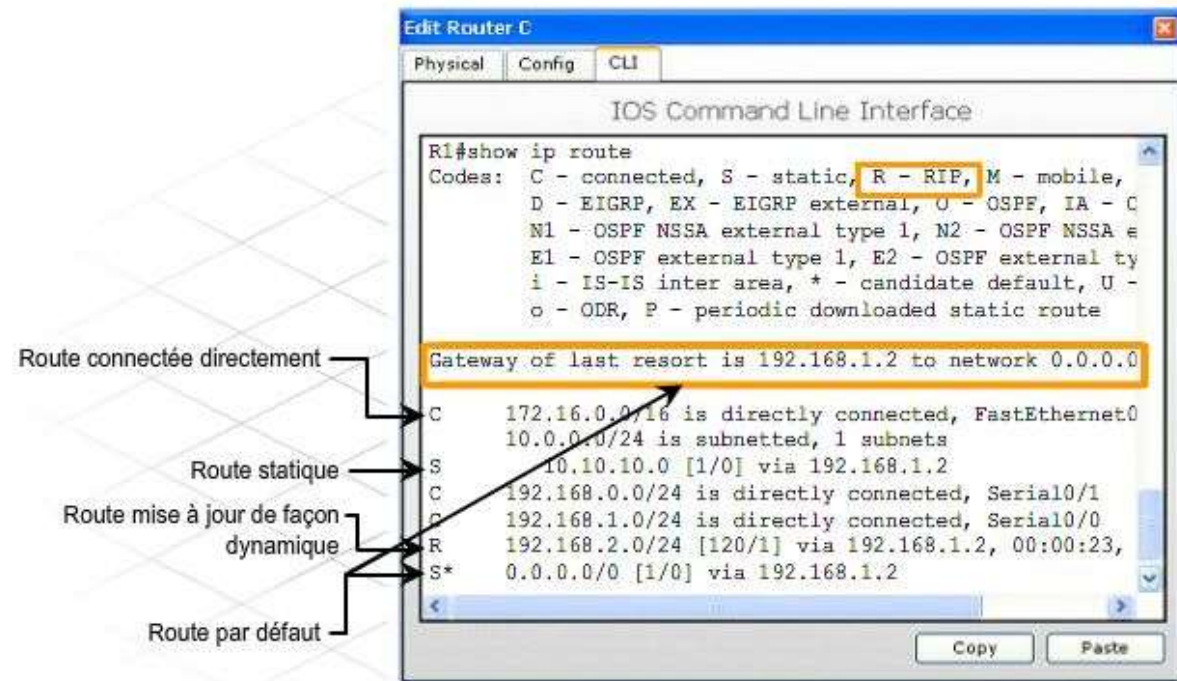


# Tables de routage – Définition et Utilité

Comment un routeur arrive à remplir sa table de routage ?

Il existe principalement trois méthodes différentes pour remplir une table de routage :

- ❖ Les sous-réseaux directement connectés : Les routeurs ajoutent une route connectée directement lorsqu'une interface est configurée avec une adresse IP et est activée.
- ❖ Le routage statique : chaque ligne doit être renseignée « à la main ». Cette solution est seulement envisageable pour des très petits réseaux.
- ❖ Le routage dynamique : tout se fait « automatiquement », on utilise des protocoles, partagés par tous les routeurs du réseau, qui vont leur permettre d'échanger des informations sur l'état du réseau afin de remplir leurs tables de routage automatiquement.



# Tables de routage – Contenu

Dans une table de routage, on peut trouver différents types d'entrées :

- ❑ **Routes directement connectées au réseau** : tous les réseaux directement connectés sont **automatiquement ajoutés** à la table de routage. Ce sont des réseaux dont l'une des interfaces du routeur fait partie. Si l'interface est défectueuse ou est bloquée administrativement, l'entrée de ce réseau est supprimée de la table de routage.
- ❑ **Routes Statiques** : ce sont des entrées **configurées manuellement** sur le routeur. Ça peut être efficace pour de **petits réseaux**, ou il n'y a pas d'énormes modifications. Par contre, si la **topologie du réseau change** régulièrement, ça risque d'être très **contraignant** à l'administrateur réseau, car il devra **modifier manuellement** l'ensemble des routes statiques sur chaque routeur !

```
Router#show ip route
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
              Meaning of each legend code
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set
Legend code
C 50.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
L 50.0.0.0/8 is directly connected, Serial0/0/0
L 50.0.0.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
D 60.0.0.0/8 [90/2170112] via 90.0.0.2, 00:03:33, Serial0/0/1
D 70.0.0.0/8 [90/2170112] via 90.0.0.2, 00:03:33, Serial0/0/1
D 80.0.0.0/8 [90/2681856] via 90.0.0.2, 00:03:33, Serial0/0/1
  90.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 90.0.0.0/8 is directly connected, Serial0/0/1
L 90.0.0.1/32 is directly connected, Serial0/0/1
D 100.0.0.0/8 [90/2172416] via 90.0.0.2, 00:03:26, Serial0/0/1

Router#
```

# Tables de routage – Contenu

- ❑ **Les routes Dynamiques** : le routeur peut apprendre les routes **automatiquement**, lorsqu'un protocole de routage est configuré et qu'une relation de voisinage avec d'autres routeurs est établie. **Très utile** sur les **grands réseaux**, ou il y'a de **nombreuses modifications**.
- ❑ **Les routes par défaut** : si aucune entrée de la table de routage ne correspond au réseau de destination du paquet, alors il sera redirigé **automatiquement** vers la **route par défaut**. Ça évite que le paquet tourne en rond, le temps qu'il soit détruit automatiquement par son TTL. Le **TTL** est une donnée placée au niveau de l'en-tête du paquet IP qui indique le nombre maximal de routeurs de transit. Si ce chiffre arrive à **zéro**, alors le paquet sera **détruit**.

la sortie de la commande **show ip route**, sert à afficher le contenu de la table de routage dans un routeur :

- **C** : est réservée aux réseaux directement connectés
- **L** : est réservée aux itinéraires locaux et indique les interfaces locales dans les réseaux connectés
- **S** : est pour les routes statiques. L'astérisque : Indique une **route par défaut**. Dans cet exemple, la route par défaut est une route statique.
- **R** : réservée au protocole de routage RIP
- **O** : pour le protocole de routage OSPF
- **D** : pour le protocole de routage EIGRP

```
RouterA# show ip route
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
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, 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, + - replicated route

Gateway of last resort is 10.1.1.1 to network 0.0.0.0

C 10.1.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L 10.1.1.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
R 172.16.0.0/16 [120/1] via 192.168.10.2, 00:01:08, GigabitEthernet0/1
O 172.16.1.0/24 [110/2] via 192.168.10.2, 00:03:23, GigabitEthernet0/1
D 192.168.20.0/24 [90/156160] via 10.1.1.1, 00:01:23, GigabitEthernet0/0
S 192.168.30.0/24 [1/0] via 192.168.10.2
C 192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L 192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 10.1.1.1
```



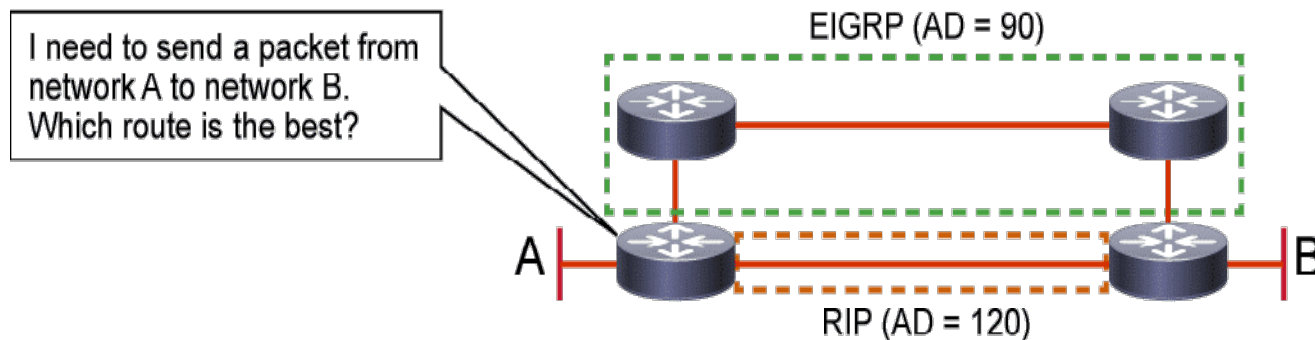
# Distance Administrative & Tables de routage

- ❖ Le routeur doit pouvoir évaluer les informations de routage de toutes les sources et sélectionner la meilleure route pour remplir sa propre table de routage. Pour ça, il utilise une fonction qui s'appelle la **distance administrative**.
- ❖ Dans le cas, où il y'a **plusieurs routes disponibles vers une même destination**, la **distance administrative** permettra de sélectionner le **meilleur chemin** ! C'est elle, qui définit **la fiabilité de la route**.
- ❖ Règle : Plus la distance administrative est petite, et plus la source de l'itinéraire est de confiance.
- ❖ Chaque **type de source** et **protocole de routage** possède une distance **administrative par défaut**.
- ❖ Par exemple, les **réseaux directement connectés** ont une distance administrative de **0**, ce qui empêche de prendre toute autre entrée dans la table de routage pour les réseaux qui sont directement connectés au routeur.
- ❖ Les **routes statiques** ont une distance administrative par défaut de **1**; ça signifie que si vous configurez une route statique, elle sera **prioritaire** par rapport à l'ensemble routes fournies par des protocoles de routages.
- ❖ La valeur de la distance administrative peut **être modifiée** manuellement par un administrateur réseau.

Route Source	Default Distance
Connected interface	0
Static route	1
EBGP	20
EIGRP	90
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
External EIGRP	170
IBGP	200
Unreachable	255 (will not be used to pass traffic)

# Distance Administrative & Tables de routage

- Comme illustré sur la figure ci-après, le routeur a un paquet à transmettre du **réseau A** au **réseau B**. Le routeur doit choisir entre les routes annoncées par **EIGRP** et **RIP**.
- Si le routeur choisi le protocole **RIP**, il semble que le chemin est plus court, car pour aller de A vers B il fait qu'un **seul saut**. Tandis qu'avec **EIGRP**, il se tape les routeurs du haut et donc **3 sauts**, plus qu'en **RIP**.
- On pourrait donc penser qu'il choisira la route avec le moins de sauts et le plus direct. Mais il choisira la route fournie par le protocole de routage **EIGRP**, car il a la distance administrative la plus basse. **AD de EIGRP = 90** alors **AD de RIP = 120**.



- Par exemple, dans une table de routage il y'a 2 IP destination identiques avec un masque différent. Un **/16** et un **/24**. Ce sera le réseau avec le **/24** qui sera sélectionné, car il a **le masque le plus élevé et donc le réseau plus petit**.
- Avec les sous-réseaux, une adresse de destination peut correspondre à plusieurs entrées dans la table de routage. Dans ce cas, ce sera le **réseau le plus précis qui sera prioritaire**. Un **réseau plus précis est le réseau le plus petit**.



# Différences entre Routage Statique et Dynamique

- Opération de **routage** (rappel) : Le **routage**, consiste à déterminer où envoyer des paquets de données, qui sont destinés à des adresses, hors du réseau local. Ce sont les routeurs, qui permettent leurs transferts, grâce aux informations que contiennent leurs tables de routage.
- Il est possible de configurer **manuellement** une entrée dans la table de routage, dans ce cas on parle de **routage statique**. Ou bien le routeur peut utiliser un **protocole de routage** pour créer et maintenir sa table de manière **dynamique**, dans ce cas on parle de **routage dynamique**.

## Routage statique :

Les routes statiques sont des **itinéraires définis** par **l'utilisateur** qui spécifient le chemin que les paquets prennent lorsqu'ils se déplacent entre une source et une destination. Ici, le routeur apprend les routes, lorsqu'un administrateur configure **manuellement** la route statique.

- On peut utiliser des routes statiques dans différentes situations :
  - ✓ par exemple dans un **petit réseau** qui demande du routage simple;
  - ✓ ou bien dans une **topologie de réseau en étoile**;
  - ✓ ou alors, lorsque l'on souhaite créer des **routes rapidement**.
- Par contre il n'est pas conseillé d'utiliser des routes statiques :
  - ✓ sur un **grand réseau**;
  - ✓ ou alors, lorsque l'on sait que le réseau est amené à **évoluer**.

# Différences entre Routage Statique & Dynamique

---

## Routage statique

### ▪ Les avantages :

- **D'abord, il consomme très peu de bande passante réseau** et de **ressources CPU** pour le routeur.
- Contrairement au routage dynamique, où les protocoles utilisent les ressources du routeur pour s'échanger et maintenir à jour leurs tables de routage.
- **Ensuite, les routes statiques** sont couramment utilisées dans **les petits réseaux** qui ont peu de routeurs.
- Et le dernier avantage, c'est que les routes statiques permettent de **contrôler les chemins** que les données empruntent. Ce qui est très utile dans des environnements où la **sécurité est importante** !

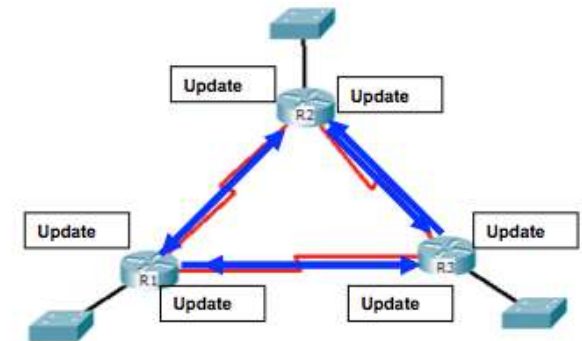
### ▪ Les inconvénients :

- Pour commencer, le **routage dynamique** sera plus **approprié** si le réseau **évolue constamment**. Car configurer soi-même plusieurs routes statiques peut apporter de nombreuses erreurs...
- Ensuite, si votre **réseau change** et que vous ne mettez pas à jour les routes statiques, le routeur n'en saura rien ! Ce qui entraînera **des pertes de données**.
- Et le dernier inconvénient est que, lorsque le nombre de **routeurs augmente**, le nombre de routes statiques **augmente également**. Sur de grands réseaux, ajouter un routeur avec un nouveau réseau signifie qu'il faut **manuellement lui paramétrer** toutes les routes statiques des autres réseaux, mais aussi, paramétrer le nouveau réseau sur l'ensemble des autres routeurs.

# Différences entre Routage Statique & Dynamique

## Routage dynamique :

- ❖ Un **protocole de routage dynamique** est un ensemble de processus, d'algorithmes et de messages utilisés pour échanger des informations de routage, qui seront utilisées pour remplir la table de routage avec les meilleurs chemins vers les destinations sur le réseau. Lorsque les routeurs apprennent des **changements de la topologie du réseau**, ces informations seront transmises **dynamiquement** à d'autres routeurs.
- ❖ **OSPF, EIGRP, RIPv2 et IS-IS** sont des protocoles de routage dynamique.
- ❖ Un protocole de routage dynamique à la responsabilité de :
  - découvrir des réseaux distants;
  - de maintenir ses informations de routage à jour;
  - de choisir le meilleur chemin vers les réseaux de destination;
  - et de trouver un nouveau meilleur chemin si le chemin actuel n'est plus disponible.
- ❖ Tous les protocoles de routage ont le même but : **apprendre** à connaître les réseaux distants et s'adapter **rapidement** chaque fois qu'il y a un changement dans la topologie.
- ❖ La méthode qu'il utilisent pour atteindre cet objectif dépend de l'algorithme qu'il utilisent et des caractéristiques du protocole.



# Différences entre Routage Statique et Dynamique

## Routage dynamique (suite) :

- ❖ Avoir des tables de routage à jour, impose d'avoir **assez de ressource mémoire** et **CPU** sur le routeur, car les échanges d'informations sur les itinéraires **consommant de la bande passante** sur le réseau. Cela peut représenter un problème sur des liens à faible bande passante entre les routeurs.
- ❖ De plus, une fois que le routeur reçoit les informations sur l'itinéraire, des protocoles tels que EIGRP et OSPF les traitent de manières approfondies pour créer des entrées sur leurs tables de routage. C'est pour cela que les routeurs qui utilisent ces protocoles doivent disposer d'une **capacité de traitement suffisante** pour implémenter ces algorithmes et pour effectuer le routage correctement.

	Routage statique	Routage dynamique
Mis en œuvre dans des	Petits réseaux	Grands réseaux
Configuration	Manuel	Automatique
Les Routes	Défini par l'utilisateur	Les itinéraires sont mis à jour en fonction du changement de topologie.
La construction de la table de routage	Les routes sont remplis à la main	Les routes sont remplis dynamiquement dans la table.
Algorithmes de routage	N'utilise pas d'algorithmes de routage complexes.	Utilise des algorithmes de routage complexes pour effectuer des opérations de routage.
Sécurité	Fournit une haute sécurité.	Moins sécurisé en raison de l'envoi de diffusions et de multidiffusions.
Échec du lien	L'échec de liaison bloque le routage.	L'échec de liaison n'affecte pas le routage.

# Démonstration : Configuration d'un Route Statique

## Configuration du Routeur R4 :

### Etape 1 : Configuration d'une route par défaut

La passerelle par défaut dans l'exemple suivant est : 192.168.3.1

```
R4(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.3.1
```

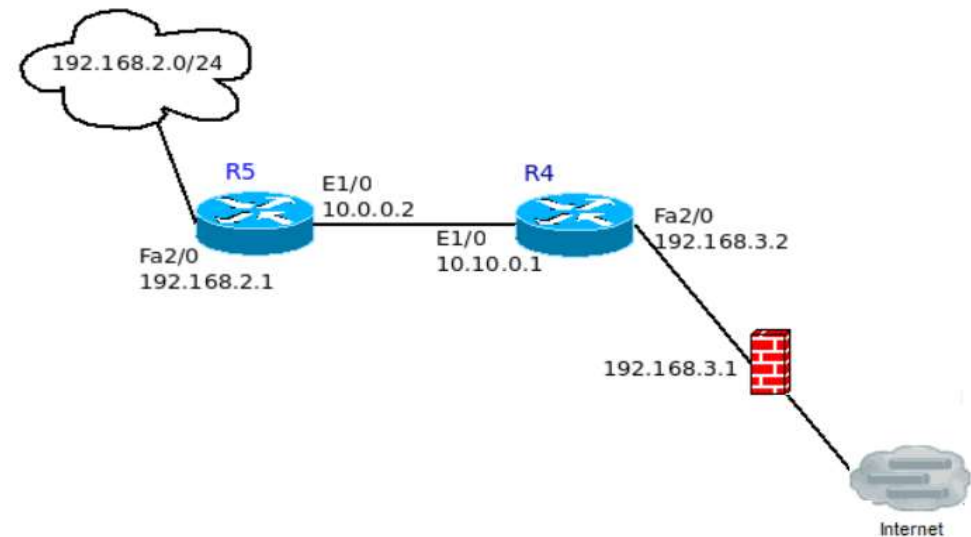
### Etape 2 : Configuration d'une route statique

Dans la commande suivante, le réseau à atteindre est le réseau **192.168.2.0/24** et l'interface utilisée pour joindre ce réseau est **ethernet E1/0**. On peut aussi utiliser l'adresse IP du prochain routeur.

```
R4(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 ethernet 1/0
```

Ou bien :

```
R4(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 10.0.0.2
```



Architecture du réseau

# Démonstration : Configuration d'un Route Statique

## Configuration du Routeur R5 :

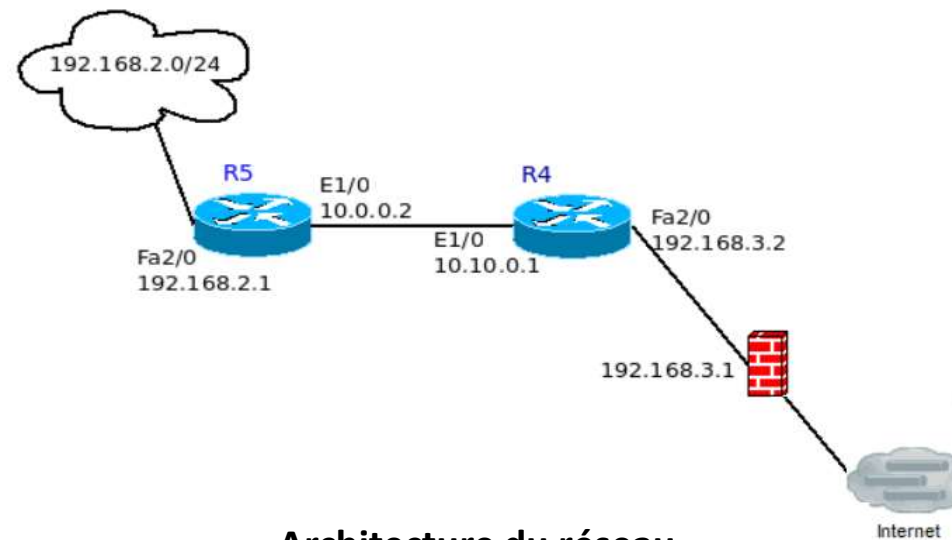
### Configuration d'une route par défaut

Dans la commande suivante, les réseaux à atteindre sont le réseau **192.168.3.0/24** et aussi le **réseau Internet**. Du coup, il faut créer une **route statique par défaut** à travers le **routeur R4**.

```
R5(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 ethernet 1/0
```

Ou bien :

```
R5(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.0.1
```



Architecture du réseau



# Démonstration : Configuration d'un Route Statique

## Extrait du fichier de configuration de R4 et R5

```
R4#sh run
Building configuration...

interface Ethernet1/0
ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
duplex half
!
interface FastEthernet2/0
ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.3.1
ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 10.0.0.2
```

```
R5#sh run
Building configuration...

interface Ethernet1/0
ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
duplex half

interface FastEthernet2/0
ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.0.1
```

## Affichage des tables de routage

```
R4#show ip route
Codes: 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
i - IS-IS, su - IS-IS summary, 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

Gateway of last resort is 192.168.3.1 to network 0.0.0.0

10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C 10.0.0.0 is directly connected, Ethernet1/0
S 192.168.2.0/24 [1/0] via 10.0.0.2
C 192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet2/0
S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 192.168.3.1
R4#
```

```
R5(config)#do show ip route
Codes: 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
i - IS-IS, su - IS-IS summary, 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

Gateway of last resort is 10.0.0.1 to network 0.0.0.0

10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C 10.0.0.0 is directly connected, Ethernet1/0
C 192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet2/0
S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.0.1
R5(config)#
```