



# Protocoles de routage

Enseignant : M. COLOMB



# Introduction

Internet est un réseau de réseaux reliés entre eux par des routeurs.

Le rôle d'un routeur est de lier les réseaux entre eux et de permettre l'acheminement des paquets IP sur le réseau.

Comment déterminer le chemin que doit prendre un paquet IP pour atteindre sa destination dans un réseau composé de plusieurs routeurs ? Quelle route choisir et sur quels critères de sélection ?

Pour répondre à cette problématique nous allons étudier les différents protocoles de routage.



# Rappels

Chaque machine possède une adresse IP de la forme : 192 . 168 . 0 . 1

Chaque nombre de l'adresse peut varier de 0 à 255 puisque chaque partie est codée sur 1 octet.

Chaque machine fait partie d'un réseau local qui lui même peut être relié à d'autres réseaux par le biais de routeurs. Sur une adresse IP d'une machine, une partie de l'adresse est réservée au réseau local et une autre partie est réservée à la machine.



# Rappels

Pour indiquer quelle partie de l'adresse est utilisée pour le réseau, on met à la fin de l'adresse IP un "/" suivi d'un numéro. Généralement 8, 16 ou 24. Ce numéro correspond au masque de sous réseau.

- Si l'adresse IP est de la forme : 192 . 168 . 8 . 1 / 8  
Cela indique que les 8 premiers bits de l'adresse représentent la partie réseau. Cette machine est donc dans le réseau local d'adresse 192 . 0 . 0 . 0 / 8
- Si l'adresse IP est de la forme : 192 . 168 . 8 . 1 / 16  
Cela indique que les 16 premiers bits de l'adresse représentent la partie réseau. Cette machine est donc dans le réseau local d'adresse 192 . 168 . 0 . 0 / 16
- Si l'adresse IP est de la forme : 192 . 168 . 8 . 1 / 24  
Cela indique que les 24 premiers bits de l'adresse représentent la partie réseau. Cette machine est donc dans le réseau local d'adresse 192 . 168 . 8 . 0 / 24



# Table de routage

Les machines au sein d'un même réseau local doivent posséder sur leurs IP la même partie réseaux et une partie machine différente qui va servir à les identifier au sein de ce réseau.

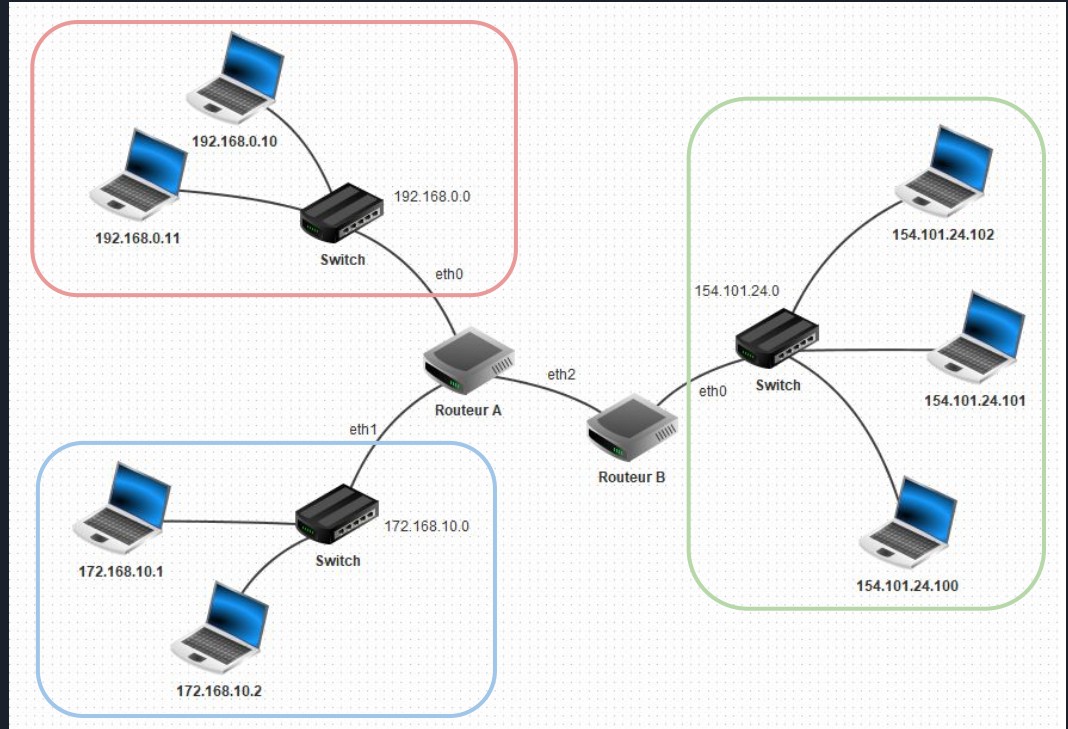
Ces différents réseaux locaux vont donc pouvoir communiquer entre eux grâce aux routeurs et leurs **tables de routage**.

Une table de routage est un tableau que possède chaque routeur qui va indiquer le chemin à suivre pour envoyer un paquet à une destination spécifique.

# Table de routage

## Exemple :

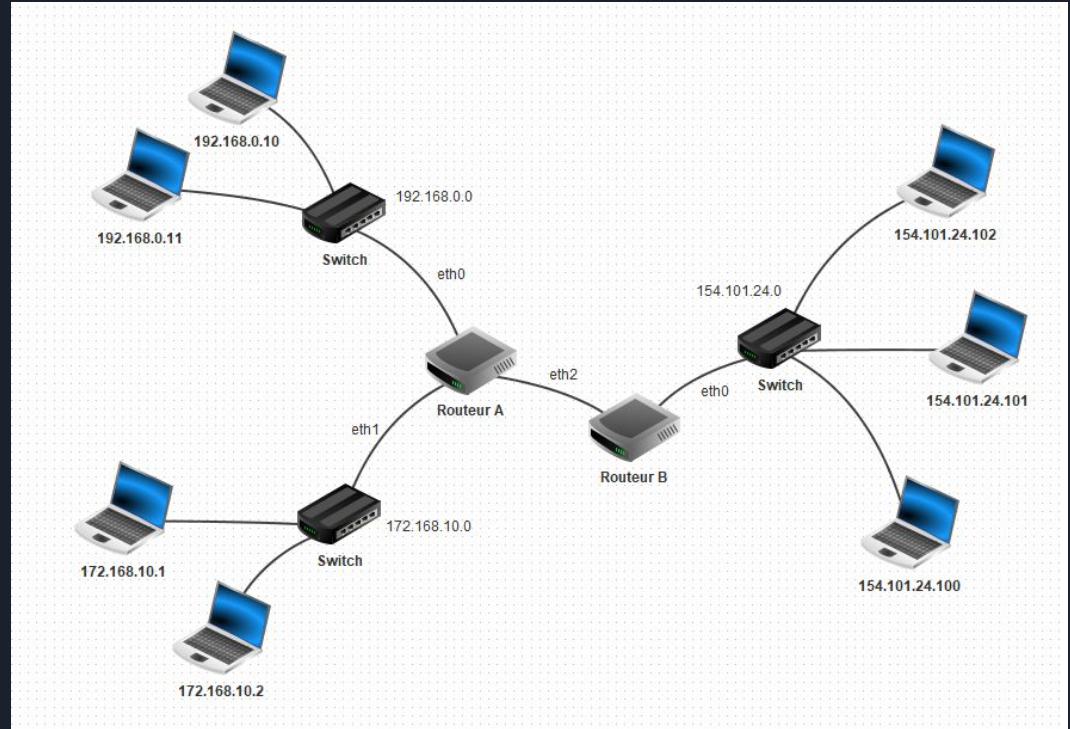
Dans cet exemple, nous avons 3 réseaux locaux, reliés entre eux par 2 routeurs.



# Table de routage

Le routeur A possède 3 interfaces réseaux (nombre de liaisons) que l'on a nommé eth0, eth1 et eth2.

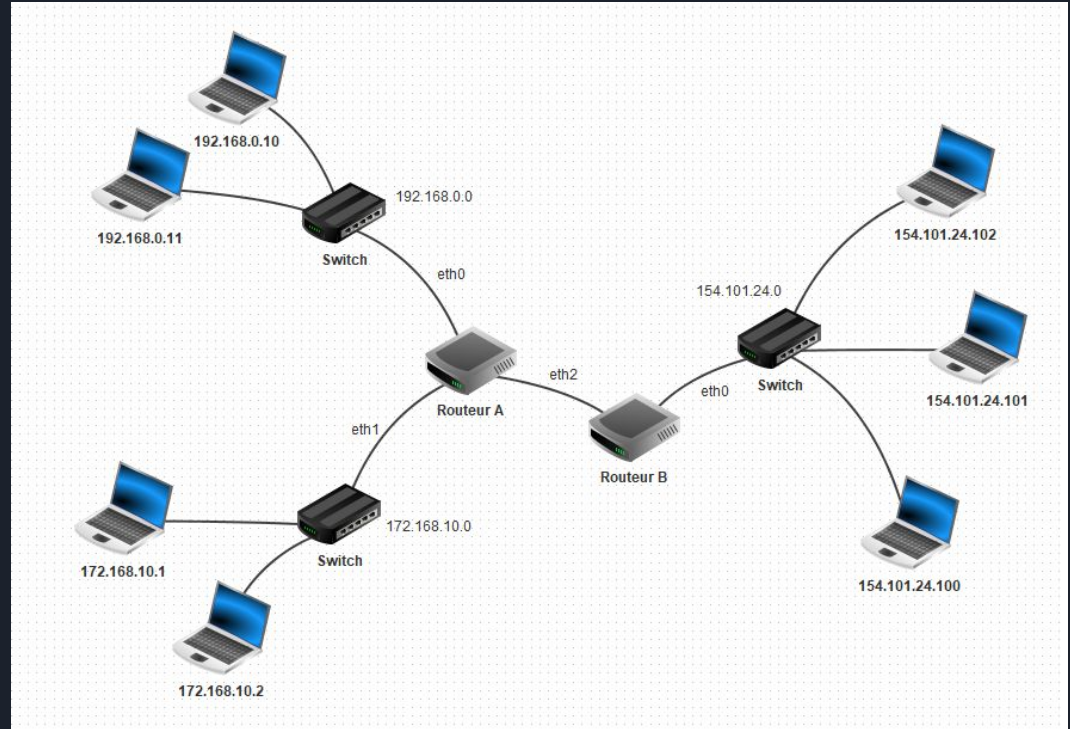
Le routeur B possède 2 interfaces réseaux que l'on a nommé eth0 et eth2.



# Table de routage

Le routeur A possède les informations suivantes :

Il est directement relié au réseaux d'adresse 192.168.0.0 et 172.168.10.0 et est relié au routeur B.

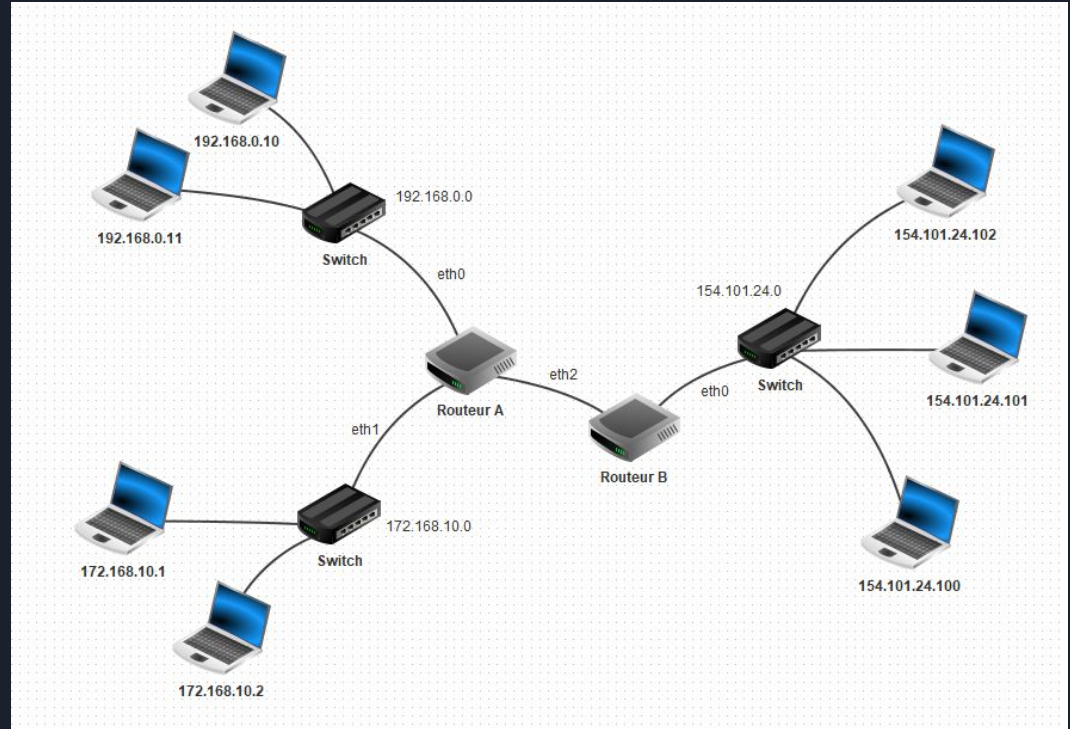




# Table de routage

Le routeur B possède les informations suivantes :

Il est directement relié au réseau d'adresse 154.101.24.0 et au routeur A.

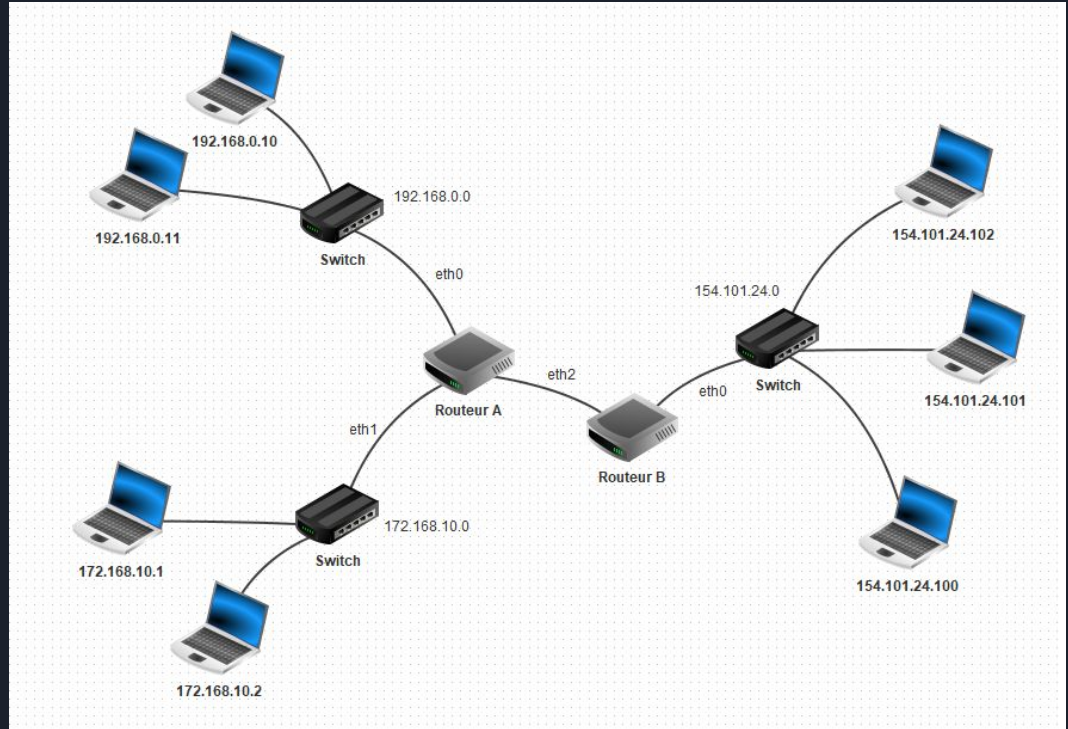


# Table de routage

A cet instant, les routeurs connaissent uniquement les routes directes.

La table de routage du Routeur A ressemble à :

Réseau	Interface	Métrique
192.168.0.0	eth0	0
172.168.10.0	eth1	0
Routeur B	eth2	0





# Table de routage

Voyons comment lire cette table de routage :

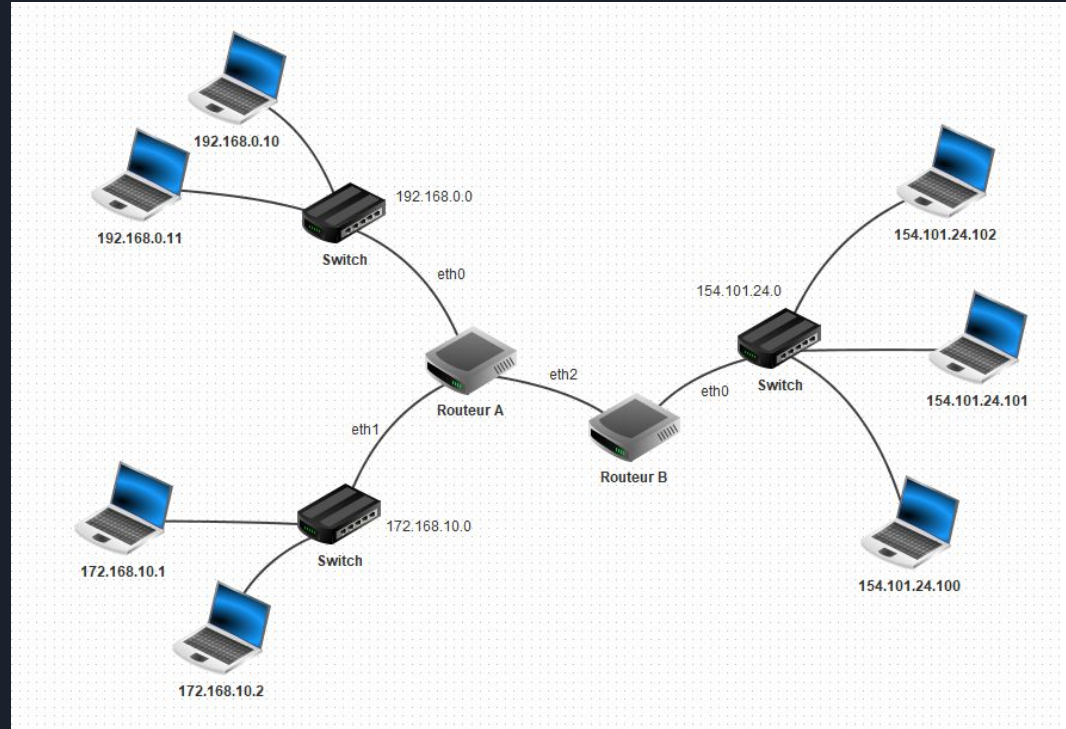
- La première colonne représente le réseau de destination.
- La deuxième colonne représente l'interface réseau qui doit être utilisée pour arriver à cette destination
- La troisième colonne représente le nombre de sauts pour atteindre cette destination. Un réseau directement relié à une interface réseau d'un routeur aura une métrique de 0.

Réseau	Interface	Métrique
192.168.0.0	eth0	0
172.168.10.0	eth1	0
Routeur B	eth2	0

# Table de routage

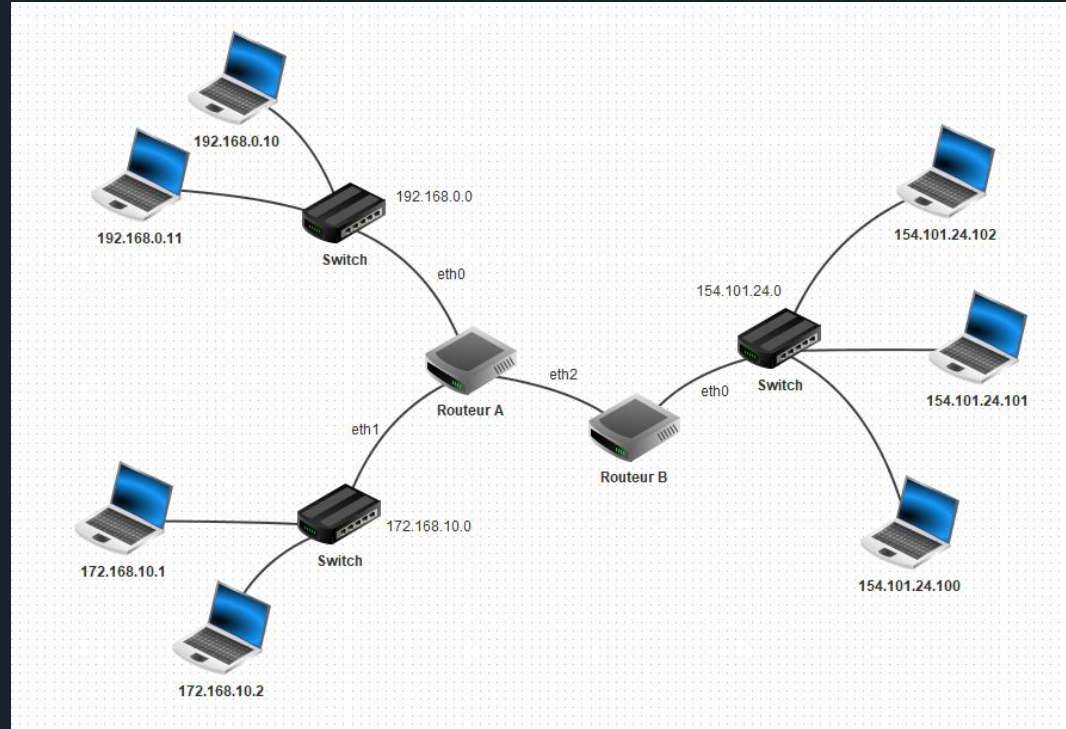
Les routeurs vont par la suite s'échanger leurs informations respectives.

Le routeur A sait désormais que pour envoyer un paquet vers l'adresse réseau 154.101.24.0 il faut passer par l'intermédiaire du routeur B.



# Table de routage

Le routeur B sait désormais que pour envoyer un paquet vers l'adresse réseau 192.168.0.0 ou 172.168.10.0 il faut passer par l'intermédiaire du routeur A.

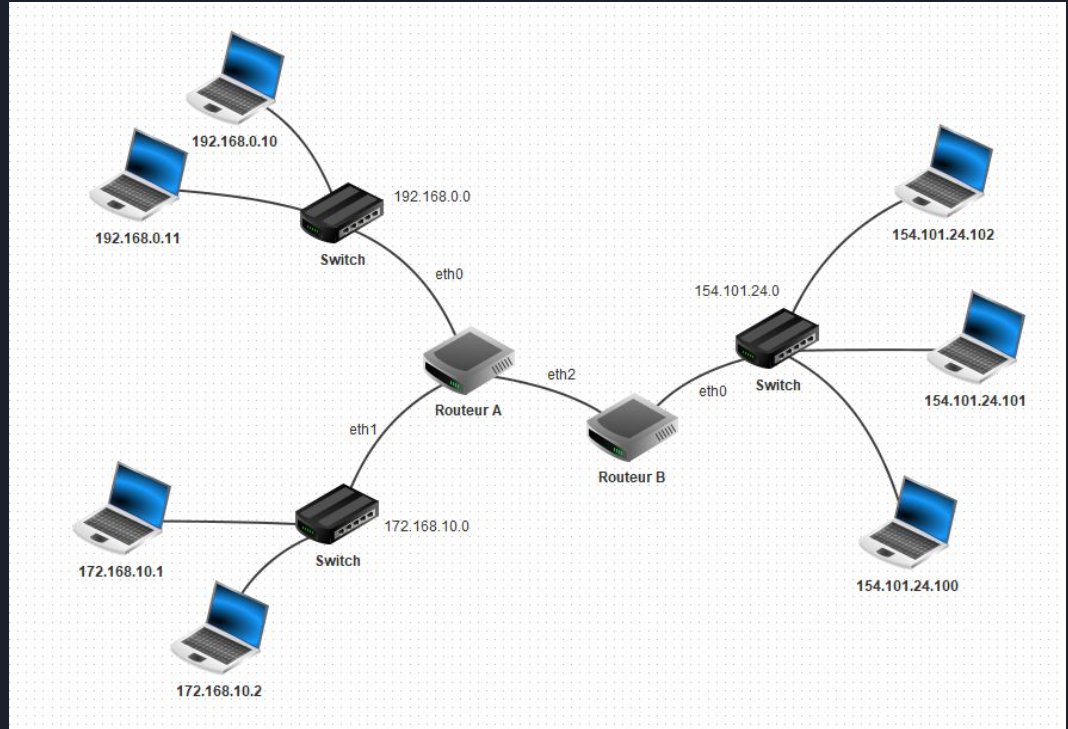




# Table de routage

Chaque routeur connaît désormais la route à suivre pour envoyer des paquets à n'importe quelle adresse du réseau.

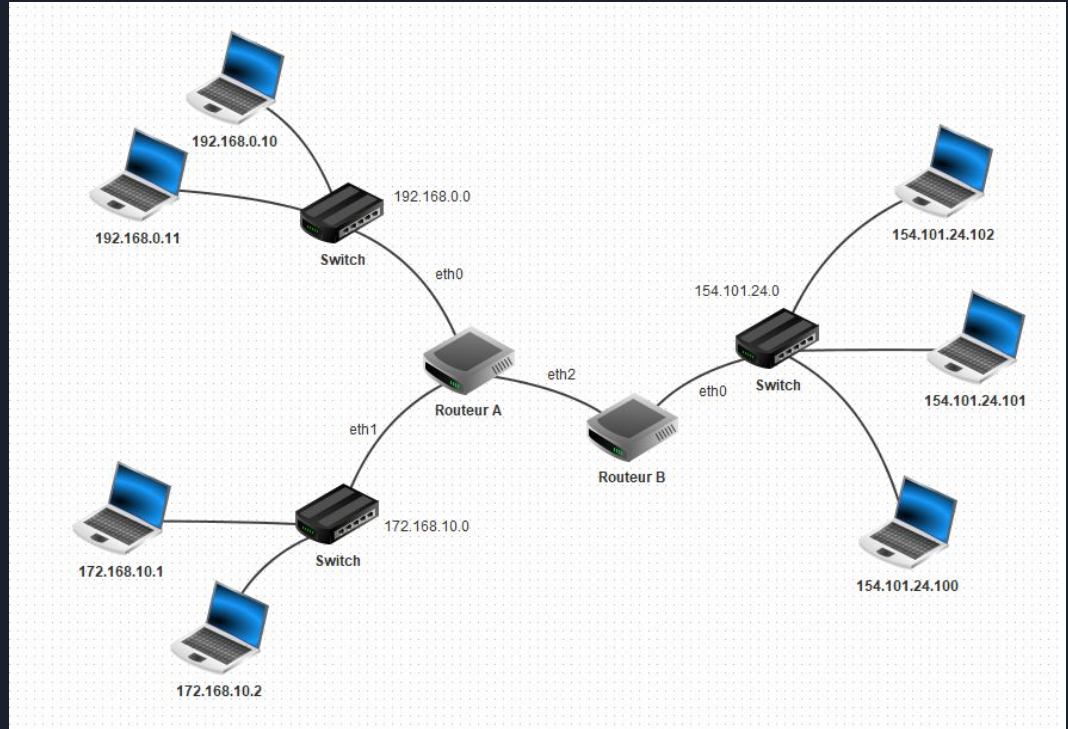
Ces différentes routes vont alors être enregistrées dans les tables de routage des différents routeurs.



# Table de routage

Table de routage du  
Routeur A :

Réseau	Interface	Passerelle	Métrique
192.168.0.0	eth0	-	0
172.168.10.0	eth1	-	0
Routeur B	eth2	-	0
154.101.24.0	-	Routeur B	1





# Table de routage

Ici, une nouvelle colonne s'est ajoutée : **Passerelle**

La colonne passerelle indique au routeur l'intermédiaire par lequel il doit passer pour envoyer le paquet à la bonne destination.

Dans notre exemple, le routeur A doit passer par l'intermédiaire du routeur B pour envoyer un paquet au réseau d'adresse 154 . 101. 24 . 0.

Il sait également que pour envoyer un paquet au routeur B il faut qu'il utilise son interface réseau eth2. Il est donc capable de rediriger le paquet vers le bon routeur pour assurer que le paquet arrive à la bonne destination.

Réseau	Interface	Passerelle	Métrique
192.168.0.0	eth0	-	0
172.168.10.0	eth1	-	0
Routeur B	eth2	-	0
154.101.24.0	-	Routeur B	1





# Protocole RIP

Cet exemple illustre parfaitement l'actualisation des tables de routage avec le protocole de routage **RIP** (Routing Information Protocol) :

- Au départ les tables de routage contiennent uniquement les réseaux et routeurs directement reliés.
- Les routeurs vont échanger périodiquement avec leurs voisins toutes leurs informations.
- Les routeurs vont pouvoir mettre à jour leurs tables de routage avec les informations nouvellement obtenues afin de déterminer des passerelles vers les réseaux indirectement reliés à eux. La colonne métrique permettra même d'avoir une indication concernant le nombre d'intermédiaires pour atteindre une destination.

# Protocole RIP

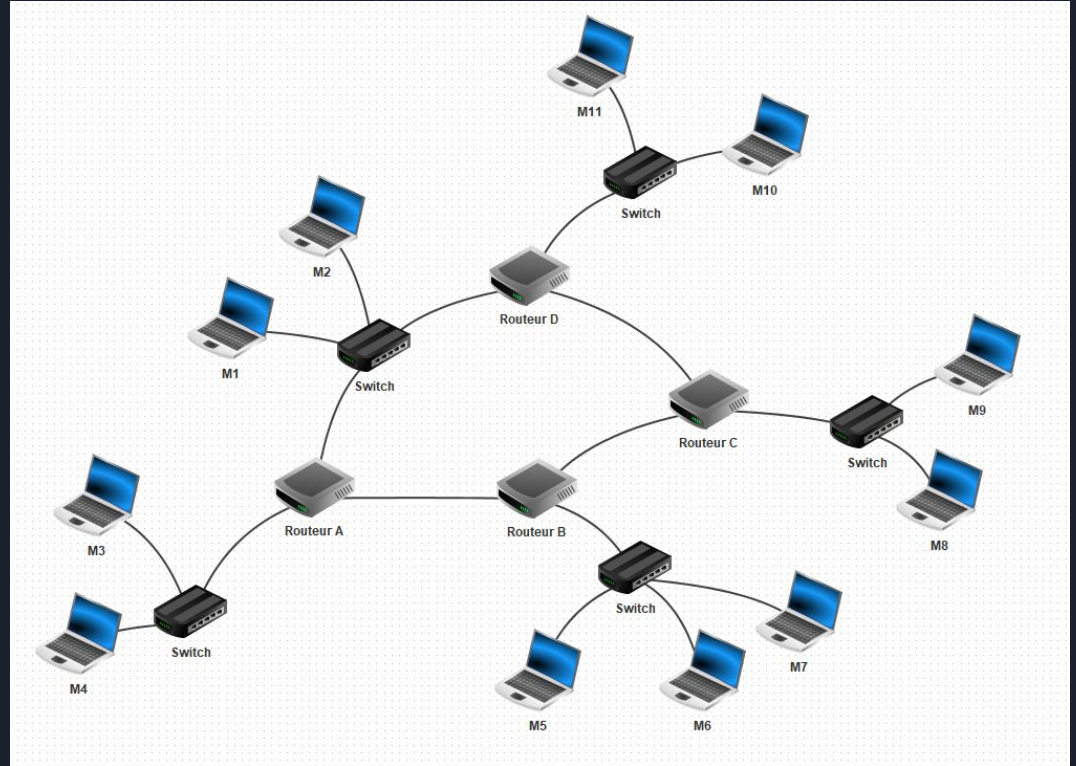
Il peut exister plusieurs chemins pour atteindre une même destination.

## Exemple :

Ici, si M1 veut communiquer avec M9 il peut passer par plusieurs chemins :

M1 -> D -> C -> M9

M1 -> A -> B -> C -> M9





# Protocole RIP

Quand plusieurs chemins existent, avec le protocole RIP, c'est le chemin le plus court qui sera utilisé (celui avec la plus faible métrique).

Le calcul des chemins sera effectué par l'algorithme de Bellman-Ford qui permet de calculer les plus courts chemins dans un graphe.

Ce protocole est très rarement utilisé de nos jours car le protocole RIP est limité à 15 sauts pour éviter les boucles. De plus, le protocole RIP ne prend pas en compte l'état de la liaison. Si il y a un chemin direct entre deux routeurs avec un débit très faible, le protocole RIP va préférer ce chemin à un chemin en plusieurs étapes mais avec un débit bien plus important.

On va souvent préférer utiliser le **protocole OSPF** (Open Shortest Path First) qui fixe ces 2 problèmes.



# Protocole OSPF

Comme dans le cas du protocole RIP, il y aura des échanges entre routeurs afin de transmettre des informations pour pouvoir mettre à jour leurs tables de routage.

Cependant, ce n'est plus la métrique qui sera utilisée pour déterminer le chemin à suivre mais le coût de la liaison. Le coût est lié au débit de la liaison entre les routeurs.

Il est donné par la relation :  $\text{coût} = 10^8 / \text{débit en Mbit/s}$

Dans le cas du protocole OSPF c'est l'algorithme de Dijkstra qui est utilisé pour trouver les plus courts chemins.

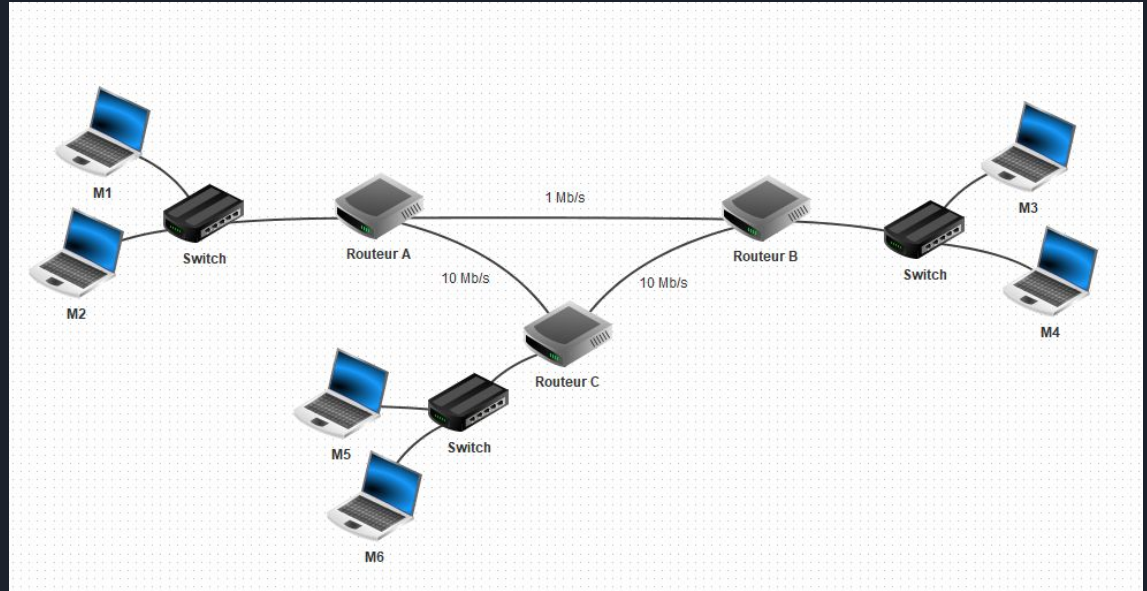
# Protocole OSPF

## Exemple :

Voici un exemple de réseau avec 3 routeurs.

On donne les débits suivants :

- Entre A et B : 1 Mb/s
- Entre A et C : 10 Mb/s
- Entre B et C : 10 Mb/s

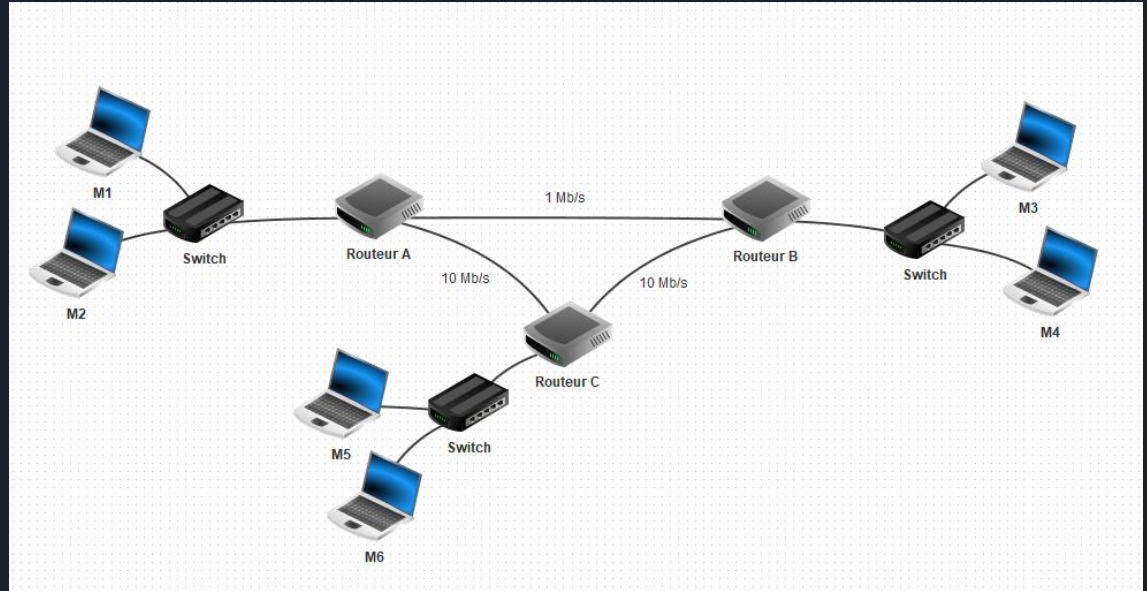


# Protocole OSPF

Grâce aux débits, on peut calculer les coûts des liaisons avec la formule :

$$\text{coût} = 10^8 / \text{débit en Mbit/s}$$

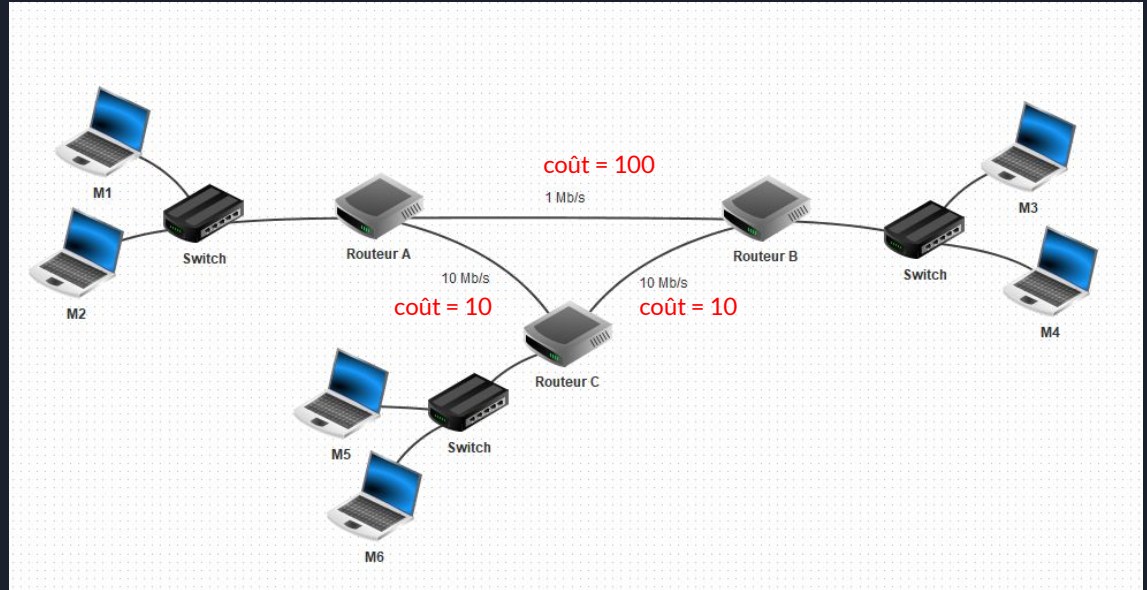
On rappelle :  
1 Méga =  $10^6$



# Protocole OSPF

Dans ce cas, la liaison entre le routeur A et le routeur B ne sera jamais empruntée car son coût est plus élevé que la somme des coûts entre A et C et C et B.

Voyons comment cela est retranscrit dans la table de routage du routeur A par exemple :





# Protocole OSPF

Table de routage du  
routeur A :

Réseau	Interface	Passerelle	Coût
Réseau 1	eth x	-	0
Routeur B	eth y	-	100
Routeur C	eth z	-	10
Réseau 2	-	Routeur C	10
Réseau 3		Routeur C	20

