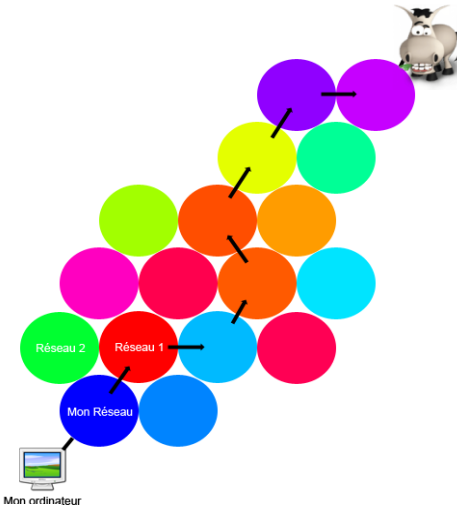
Routage – Réseau

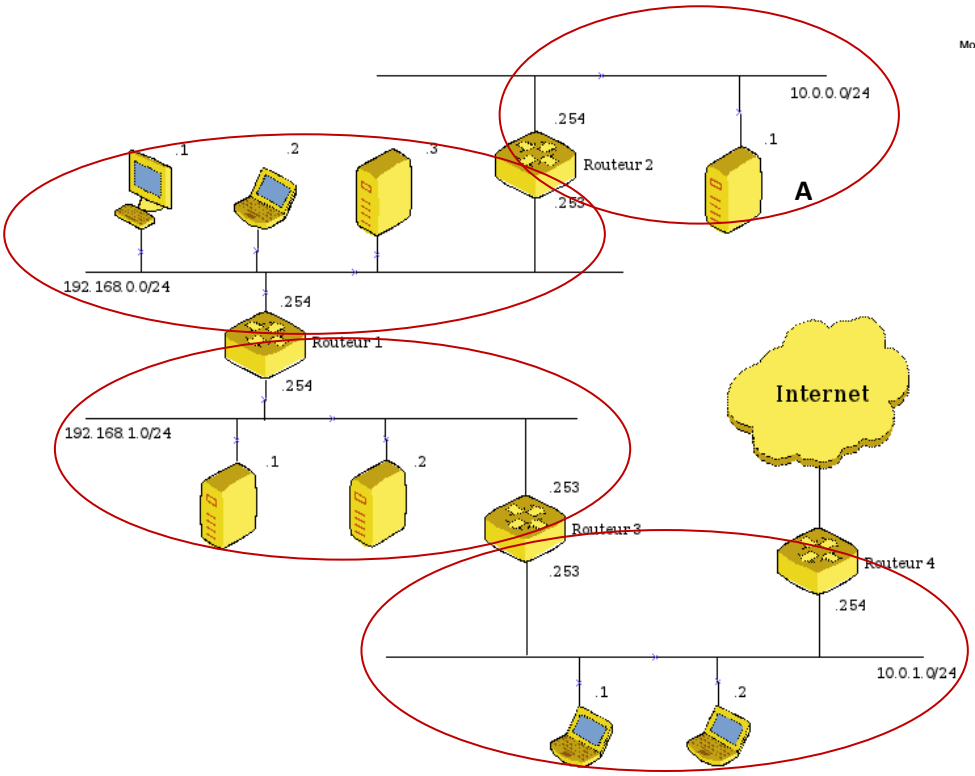
Comment est-ce possible de communiquer avec une machine parmi plus de 4 milliards de machines ?



Les sous-réseaux sont reliés entre eux par l'intermédiaire de routeurs. Il ne faut jamais perdre de vue qu'Internet résulte de l'interconnexion de réseaux par des routeurs.

Pour envoyer un paquet de « *mon ordinateur* » à « *Mule* », il faut passer par plusieurs réseaux.

<u>Exemple de « départ de réseau » :</u>



Chaque réseau a son adresse IP et chaque machine sur le réseau a aussi son adresse IP, associée à un masque de sous-réseau.

La question est : « comment les différentes machine dirige le paquet pour qu'il arrive à destination »

Questions :

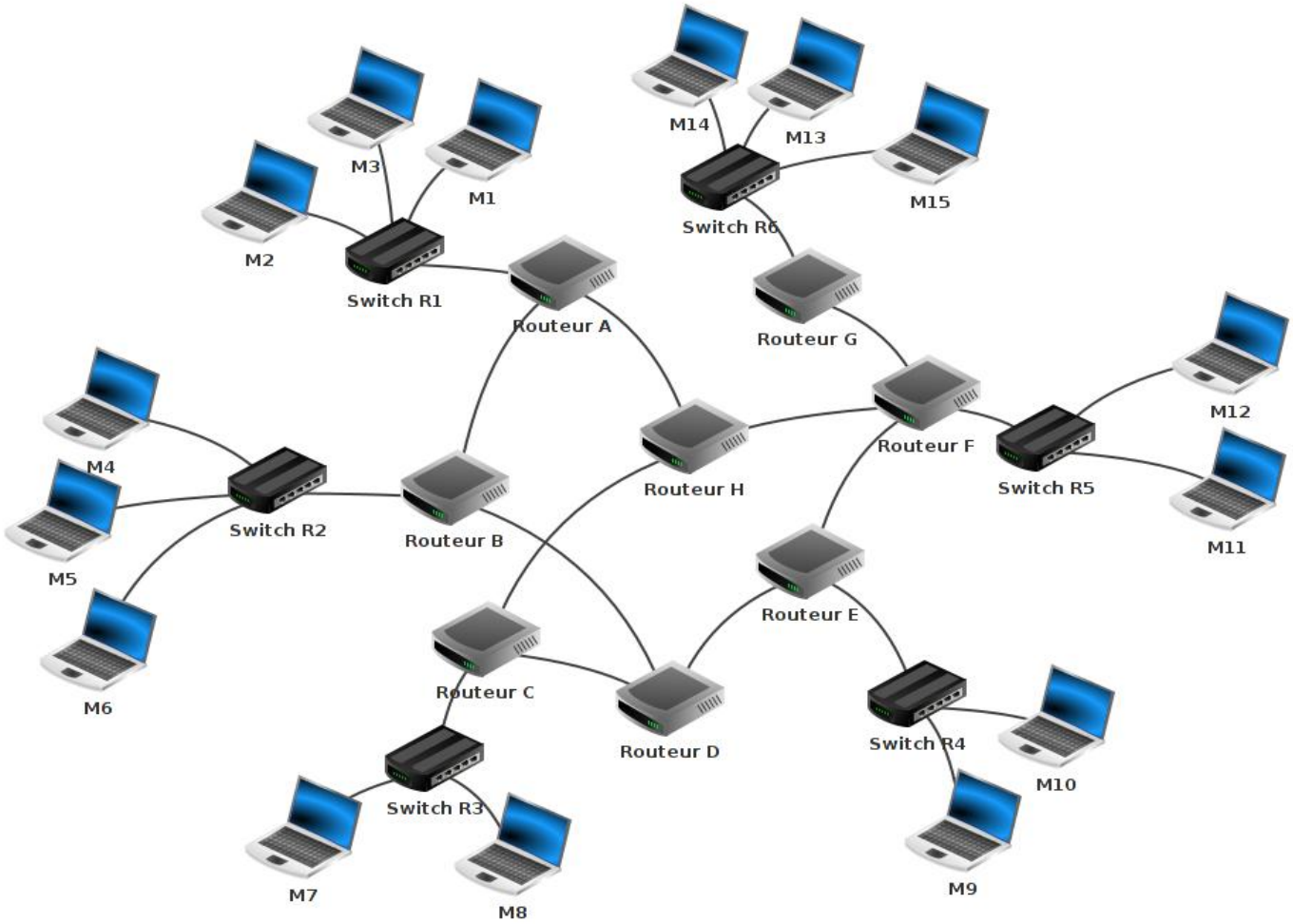
Quel chemin prendra un paquet qui veut aller du poste A vers Internet ? :

Routeur 2 puis routeur 1 puis routeur 3 puis routeur 4

Quelle est l'adresse IP et le masque de sous-réseau du poste A :_**IP : 10.0.0.1 / mask : 255.255.255.0**_____
Quelle est l'adresse IP et le masque de sous-réseau du routeur 1 : _ **IP : 192.168.0.254 et 192.168.1.254 / mask : 255.255.255.0 pour les 2.**_____
Quelle est l'adresse IP et le masque de sous-réseau du routeur 3 : **IP : 192.168.0.253 et 10.0.1.253 / mask : 255.255.255.0 pour les 2.**_____

Routeur 1 et routeur 3 font-il parti du même réseau ? _____**oui**_____

Exemple de « mini-internet » :



- Si, par exemple, M1 veut communiquer avec M3, le paquet va vers le routeur A qui verra que les deux machines sont sur le même sous-réseau.
- Si maintenant M1 veut communiquer avec M14, le paquet va tout autant vers le routeur A qui verra que les deux machines ne font pas partie du même réseau. Le routeur A va alors l'envoyer vers le routeur A ou le routeur B.

Questions :
Un paquet de M4 suivra quel chemin pour aller vers M12 ? Est-ce le seul chemin possible ?
Routeur B , routeur D, routeur E, routeur F. Non, ce n'est pas le seul chemin possible

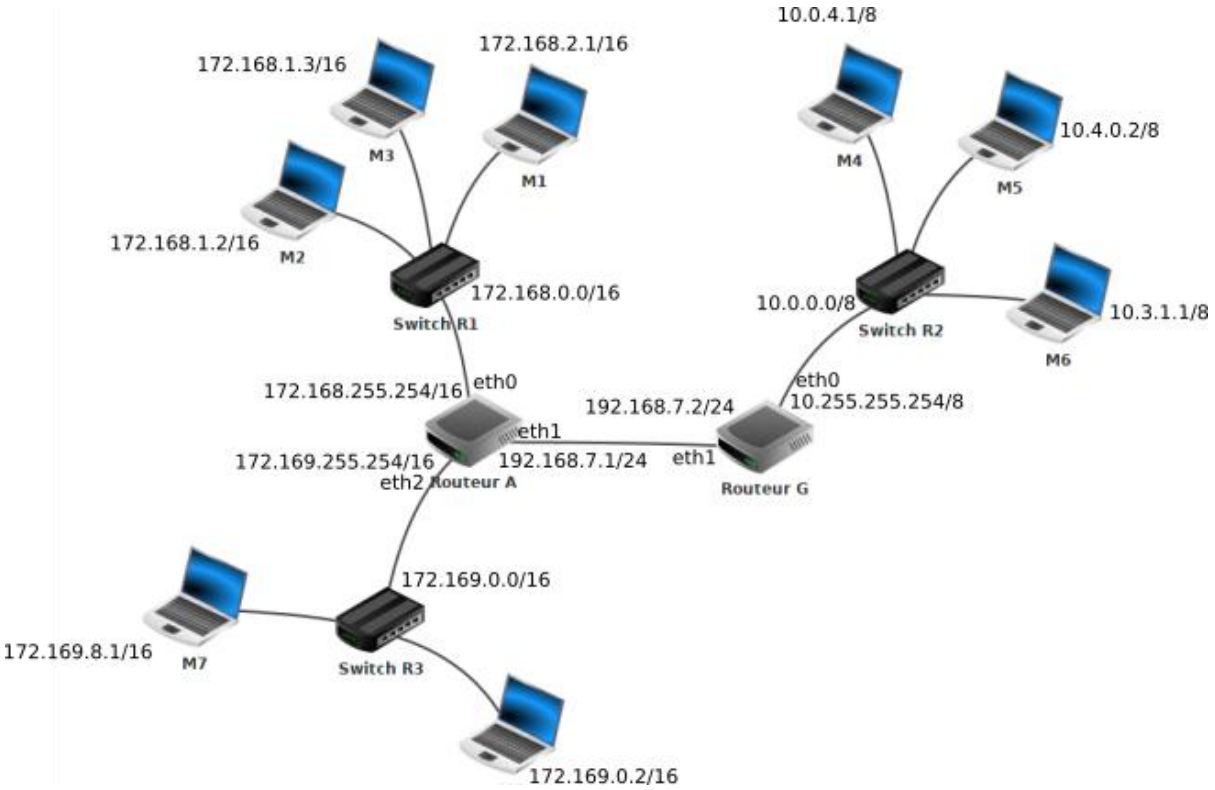
Il est très important de bien comprendre qu'il existe souvent plusieurs chemins possibles pour relier 2 ordinateurs.

On peut se poser la question : comment les routeurs procèdent pour choisir un chemin pour amener les paquets à bon port.

Comment les routeurs procèdent pour choisir un chemin pour amener les paquets à bon port : grâce aux tables de routage.

Chaque routeur possède ce qu'on appelle des tables de routage qui vont leur dire quoi faire en fonction de l'IP du destinataire.

Considérons le réseau ci-dessous :



Voici les informations présentes dans la table de routage de A :

- le routeur A est directement relié au réseau 172.168.0.0/16 par l'intermédiaire de son interface eth0
- le routeur A est directement relié au réseau 172.169.0.0/16 par l'intermédiaire de son interface eth2
- le routeur A est directement relié au réseau 192.168.7.0/24 par l'intermédiaire de son interface eth1
- le routeur A n'est pas directement relié au réseau 10.0.0.0/8 mais par contre il "sait" que les paquets à destination de ce réseau doivent être envoyé à la machine d'adresse IP 192.168.7.2/24 (c'est à dire le routeur G qui lui est directement relié au réseau 10.0.0.0/8)
-

On peut résumer tout cela avec le tableau suivant (table de routage simplifiée de A) :

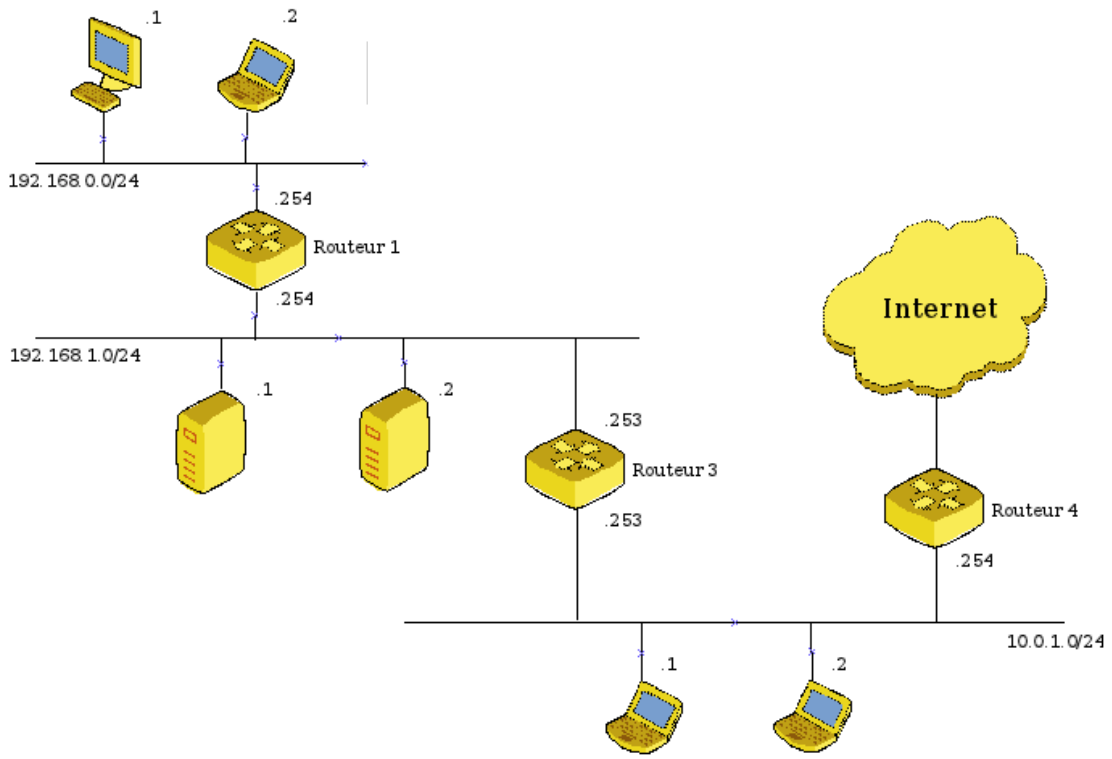
Réseau	Moyen de l'atteindre	Métrique
172.168.0.0/16	eth0	0
192.168.7.0/24	eth1	0
172.169.0.0/16	eth2	0
10.0.0.0/8	eth1	1

Déterminez la table de routage du routeur G

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

Rq : il y a aussi une ligne « autre » pour router les paquets dont l'adresse n'est pas listée dans la table.

Exercice : soit le réseau ci-dessous :



Complétez les tables de routage des machines suivantes :

Ordi d'adresse IP 192.168.1.2	
Destination	**lien**
192.168.1.2	192.168.1.2
0.0.0.0 (autre)	192.168.1.253

Routeur 1	
Destination	**lien**
192.168.1.1	**192.168.1.1**
192.168.1.2	**192.168.1.2**
192.168.0.1	**192.168.0.1**
192.168.0.2	**192.168.0.2**
192.168.1.253	**192.168.1.253**
0.0.0.0 (autre)	**192.168.1.253**

Routeur 3	
Destination	**lien**
192.168.1.1	**192.168.1.1**
192.168.1.2	**192.168.1.2**
192.168.0.2	**192.168.1.254**
192.168.0.1	**192.168.1.254**
192.168.1.253	**192.168.1.253**
192.168.0.254	**192.168.1.254**
10.0.1.2	**10.0.1.2**
10.0.1.1	**10.0.1.1**
10.0.1.254	**10.0.1.254**
10.0.1.253	**10.0.1.253**
0.0.0.0 (autre)	**10.0.1.254 (R4)**

Métrique :

Dans des réseaux très complexes, chaque routeur aura une table de routage qui comportera de très nombreuses lignes (des dizaines voir des centaines...). En effet chaque routeur devra savoir vers quelle interface réseau il faudra envoyer un paquet afin qu'il puisse atteindre sa destination. **On peut trouver dans une table de routage plusieurs lignes pour une même destination, il peut en effet, à partir d'un routeur donné, exister plusieurs chemins possibles** pour atteindre la destination. Dans le cas où il existe plusieurs chemins possibles pour atteindre la même destination, le routeur va choisir le **"chemin le plus court".** Pour choisir ce chemin le plus court, le routeur va utiliser la métrique : plus la valeur de la métrique est petite, plus le chemin pour atteindre le réseau est "court". **Un réseau directement lié à un routeur aura une métrique de 0**.

Comment un routeur arrive à remplir sa table de routage ?

La réponse est simple pour les réseaux qui sont directement reliés au routeur (métrique = 0), mais comment cela se passe-t-il pour les autres réseaux (métrique supérieure à zéro) ?

Il existe 2 méthodes :

- le routage statique : chaque ligne doit être renseignée "à la main". Cette solution est seulement envisageable pour des très petits réseaux de réseaux
- le routage dynamique : tout se fait "automatiquement", on utilise des protocoles qui vont permettre de "découvrir" les différentes routes automatiquement afin de pouvoir remplir la table de routage tout aussi automatiquement.

Protocoles de routage

On trouve plusieurs protocoles de routage, nous allons en étudier deux : **RIP** (Routing Information Protocol) et **OSPF** (Open Shortest Path First).

Le protocole RIP

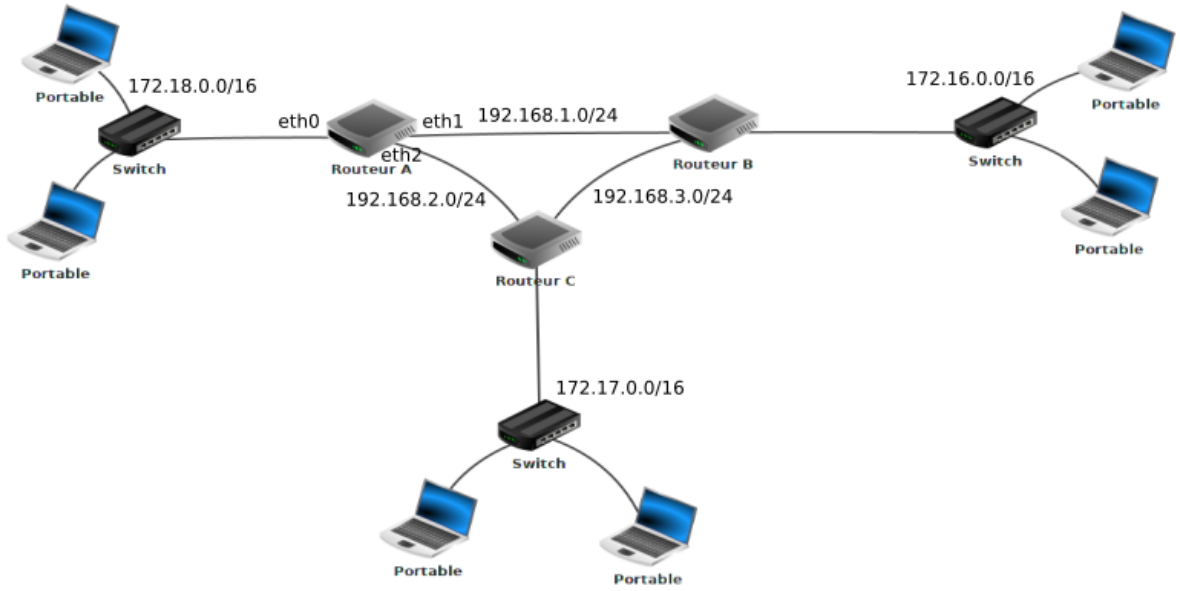
Au départ, les tables de routage contiennent uniquement les réseaux qui sont directement reliés au routeur.
Chaque routeur envoie périodiquement (toutes les 30 secondes) à tous ses voisins un message. Ce message contient la liste de tous les réseaux qu'il connait . À la fin de cet échange, les routeurs mettent à jour leur table de routage avec les informations reçues
Pour renseigner la colonne "métrique", le protocole utilise le nombre de sauts, autrement dit, le nombre de routeurs qui doivent être traversés pour atteindre le réseau cible.

Le protocole RIP s'appuie sur l'algorithme de Bellman-Ford (algorithme qui permet de calculer les plus courts chemins dans un graphe.

Le protocole RIP est aujourd'hui très rarement utilisé dans les grandes infrastructures. En effet, il génère, du fait de l'envoi périodique de message, un trafic réseau important (surtout si les tables de routages contiennent beaucoup d'entrées). De plus, le protocole RIP est limité à 15 sauts (on traverse au maximum 15 routeurs pour atteindre sa destination). On lui préfère donc souvent le protocole OSPF.

Exercice RIP :

Soit le réseau suivant :



En vous basant sur le protocole RIP (métrique = nombre de sauts), déterminez la table de routage du **routeur A**
Quel est le chemin qui sera emprunté par un paquet pour aller d'une machine ayant pour adresse IP 172.18.1.1/16 à une machine ayant pour adresse IP 172.16.5.3/16 ?

Réseau	Moyen de l'atteindre	Métrique
172.18.0.0/16	eth0	0
192.168.1.0/24	eth1	0
192.168.2.0/24	eth2	0
172.17.0.0/16	eth2	1
192.168.3.0/24	eth1 ou eth2	1
172.16.0.0/16	eth1	1
0.0.0.0	/	/

172.18.1.1/16 à 172.16.5.3/16 :
c'est un voyage du reseau 172.18.0.0/16 vers le reseau 172.16.0.0/16 :
Routeur A puis routeur B (eth0 puis eth1)

Le protocole OSPF

Les échanges sont plus "intelligents" dans le cas d'OSPF. ils permettent donc de réduire l'occupation du réseau. Nous n'allons pas rentrer dans les détails de ces échanges et nous allons principalement insister sur la **métrique produite par OSPF. Le protocole OSPF, au contraire de RIP, n'utilise pas le "nombre de sauts nécessaire" pour établir la métrique, mais la notion de "coût des routes".** Dans les messages échangés par les routeurs on trouve le coût de chaque liaison (plus le coût est grand et moins la liaison est intéressante). Quand on parle de "liaison" on parle simplement du câble qui relie un routeur à un autre routeur. Le protocole OSPF permet de connaitre le coût de chaque liaison entre routeurs, et donc, de connaitre le coût d'une route (en ajoutant le coût de chaque liaison traversée).
La notion de coût est directement liée au débit des liaisons entre les routeurs. Le débit correspond au nombre de bits de données qu'il est possible de faire passer dans un réseau par seconde. Le débit est donc donné en bits par seconde (bps), mais on trouve souvent des kilo bits par seconde (kbps) ou encore des méga bits par seconde (Mbps) => 1 kbps = 1000 bps et 1 Mbps = 1000 kbps.

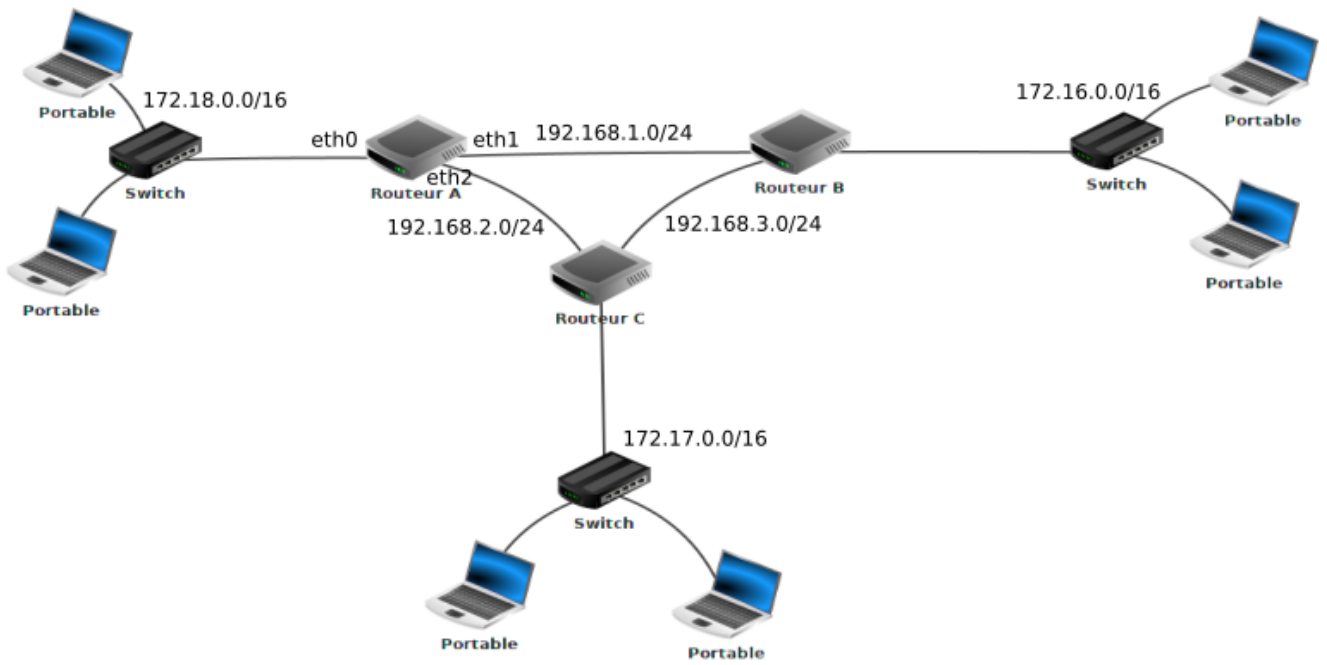
Connaissant le débit d'une liaison, il est possible de calculer le coût d'une liaison à l'aide de la formule suivante :

$$\text{coût} = 10^8 / \text{débit}$$ (le débit s'exprime en **bits/seconde**)

Pour obtenir la métrique d'une route, il suffit d'additionner les coûts de chaque liaison (par exemple si pour aller d'un réseau 1 à un réseau 2 on doit traverser une liaison de coût 1, puis une liaison de coût 10 et enfin une liaison de coût 1, la métrique de cette route sera de 1 + 10 + 1 = 12)
Évidemment, comme dans le cas de RIP, les routes ayant les métriques les plus faibles sont privilégiées.

Exercice OSPF :

Soit le réseau suivant :



En vous basant sur le protocole OSPF (métrique = somme des coûts), déterminez la table de routage du **routeur A**
On donne les débits suivants :
liaison routeur A - routeur B (eth1) : 10 Mbps
liaison routeur A - routeur C (eth2): 100 Mbps
liaison routeur C - routeur B : 100 Mbps

Quel est, d'après la table de routage construite ci-dessus, le chemin qui sera emprunté par un paquet pour aller d'une machine ayant pour adresse IP 172.18.1.1/16 à une machine ayant pour adresse IP 172.16.5.3/16 ?

Réseau	Moyen de l'atteindre	Métrique
172.18.0.0/16	eth0	0
192.168.1.0/24	eth1	0
192.168.2.0/24	eth2	0
172.17.0.0/16	eth2	1
192.168.3.0/24	Eth2	1
172.16.0.0/16	Eth2	2
0.0.0.0	/	

Il passera par routeur C puis routeur B (même si on passe par deux routeurs au lieu d'un seul, la métrique est plus faible)