 **Point de cours 1 Configuration IP**

Dans un réseau TCP/IP, la transmission des données se fait après **découpage en paquets** et chaque paquet contient les adresses de l'interface source et de celle du destinataire.

L'interface réseau d'un hôte est identifiée par deux adresses :

- ☞ Son *adresse physique* ou **adresse MAC** est attribuée par le fabricant, elle est unique au monde et ne peut être modifiée. Elle est représentée sur 48 bits répartis et on la note en hexadécimale en séparant les 6 octets par le caractère : comme par exemple fc : f8 : ae : 31 : cb : 67.
- ☞ Son *adresse logique* ou **adresse IP** est unique dans le réseau mais peut être modifiée. Dans sa version 4, une adresse IP est représentée sur 32 bits en notation décimale pointée par quatre entiers entre 0 et 255 comme par exemple 192 . 168 . 0 . 3.

Dans l'Internet, les hôtes sont regroupés en **sous-réseaux** interconnectés (réseaux du lycée, de la maison, de l'entreprise ...). Toutes les adresses IP d'un sous-réseau possèdent le même préfixe.

Une adresse IP est constituée de deux parties :

- une **partie réseau** ou *préfixe réseau* partagée par tous les hôtes du même sous-réseau.
- une **partie hôte** identifiant l'hôte dans le sous-réseau.

Le **masque de sous-réseau** fixe la longueur du *préfixe réseau* en nombre de bits.

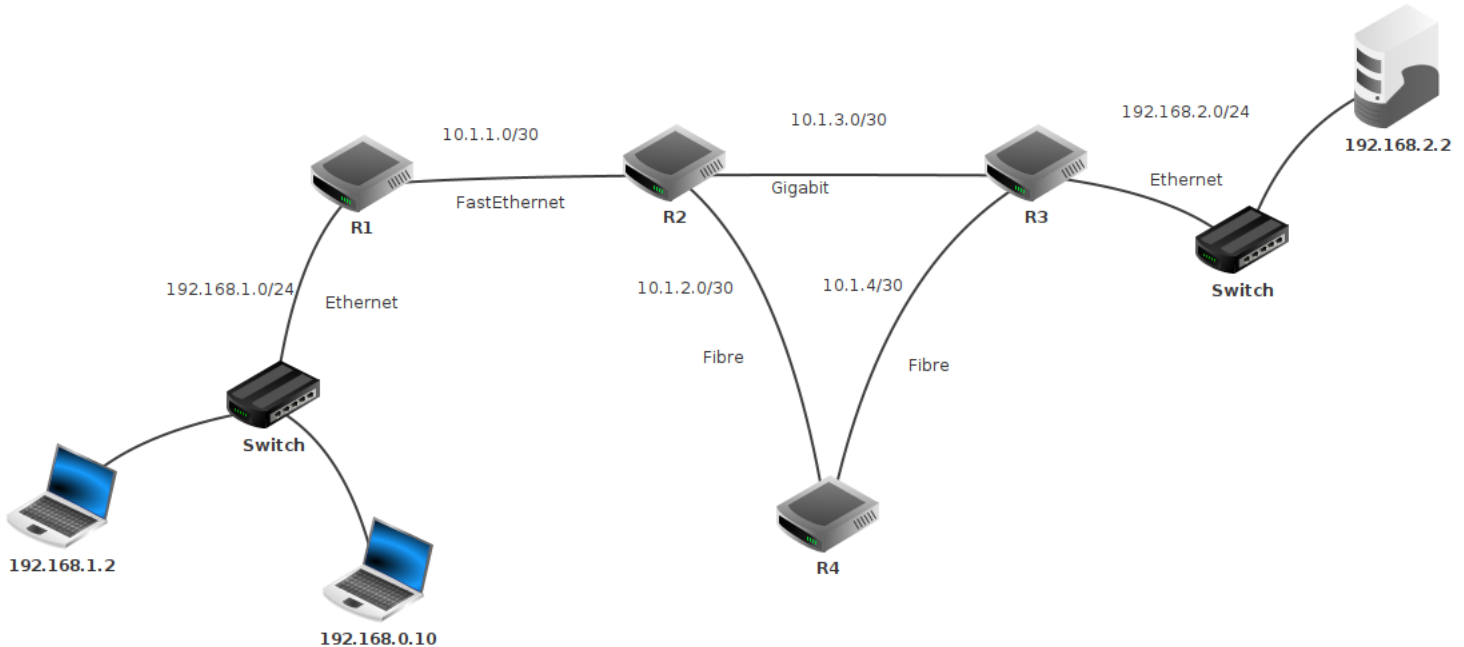
En notation **CIDR**, on ajoute la longueur du masque comme suffixe à l'adresse IP après un /.

Par exemple l'hôte d'IP 172 . 17 . 2 . 3/16 appartient au sous-réseau 172 . 17 . 0 . 0 (adresse réservée la plus basse) avec pour adresse de diffusion (*broadcast*) à toutes les machines 172 . 17 . 255 . 255. Ce sous-réseau peut accueillir $2^{16} - 2$ hôtes distincts.

 **Point de cours 2 Routeur et table de routage**

- ☞ Le **routage** est l'acheminement jusqu'au destinataire d'un paquet contenant un en-tête avec une adresse de destinataire.
- ☞ Les machines des clients participent faiblement au routage. Leur *configuration réseau* constituée du **masque de sous-réseau** et de l'adresse de la **passerelle** (interface dans le même sous-réseau) leur permet de déterminer si le destinataire d'un paquet :
 - appartient au même sous-réseau, dans ce cas il est transmis directement à travers un *switch*;
 - sinon il est transmis à la **passerelle** qui joue le rôle de **routeur**.
- ☞ Un **routeur** est un hôte du réseau dont la fonction est de router les paquets qu'il reçoit. Un **routeur** sert de **passerelle** entre plusieurs sous-réseaux, il possède donc plusieurs interfaces réseau.
- ☞ Un **routeur** utilise une **table de routage** pour router les paquets reçus.
- ☞ Une table de routage peut être complétée :
 - Manuellement pour de petits réseaux (**routage statique**)

- Automatiquement dans la majorité des cas, par un **algorithme de routage dynamique** qui met à jour la table de routage régulièrement à partir des informations échangées entre le routeur et ses voisins.



Réseau 1

Point de cours 3 *Routage dynamique RIP*

Le protocole historique d'Internet est **RIP** pour *Routing Information Protocol*.

RIP associe à chaque liaison ou *saut* entre deux routeurs, une valeur de 1. La meilleure route entre deux routeurs est celle qui compte un *nombre minimal de sauts* c'est-à-dire le moins de routeurs traversés.

- ☞ **Aucun routeur ne possède une vision globale du réseau** mais échange régulièrement avec ses voisins un *vecteur de distances* spécifiant, pour chaque destination connue, sa distance estimée en **nombre de sauts** c'est-à-dire de routeurs traversés. *Chaque routeur n'échange qu'avec ses voisins mais leur transmet toute sa table de routage.*
- ☞ Pour atteindre une destination, un routeur choisit son voisin le plus proche de la destination et estime sa distance à 1 de plus que celui-ci.
- ☞ Les tables de routage sont calculées avec l'algorithme de **Bellman-Ford** qui s'applique de façon distribuée c'est-à-dire non pas séparément sur chaque routeur mais sur l'ensemble des routeurs.

Pour éviter le problème du comptage à l'infini, le nombre maximal de sauts est fixée à 15 dans le protocole **RIP**, 16 représentant l'infini.

Exemple 1 *Table de routage RIP*

Après convergence de l'algorithme, la table de routage RIP du routeur R1 du réseau 1 est :

Destination	Interface	Passerelle	Nombre de sauts
192.168.1.0/24	192.168.1.1		1
10.1.1.1.0/30	10.1.1.1		1
10.1.2.0/30	10.1.1.1	10.1.1.2	2
10.1.3.0/30	10.1.1.1	10.1.1.2	2
10.1.4.0/30	10.1.1.1	10.1.1.2	2
192.168.2.0/24	10.1.1.1	10.1.1.2	3

Un paquet envoyé par une machine du sous-réseau 192.168.1.0/24 à destination d'une machine du sous-réseau 192.168.2.0/24 traversera dans l'ordre les routeurs R1 → R2 → R4.

Point de cours 4 *Routage dynamique OSPF*

RIP étant limité à de petits de réseaux avec moins de 16 liens entre deux routeurs, il a été remplacé par l'algorithme de routage dynamique *Open Shortest Path First (OSPF)*.

- ☞ Contrairement à RIP, **chaque routeur connaît le graphe de tout le réseau** c'est-à-dire l'ensemble des liens entre les routeurs du réseau.
- ☞ Les routeurs s'échangent des messages d'état de lien (*Link State Advertisement*) pour synchroniser leur connaissance du réseau. Ces messages sont propagés de proche en proche à l'ensemble des routeurs contrairement à RIP où le routeur n'échange qu'avec ses voisins. *Avec OSPF chaque routeur échange avec tous les routeurs et leur transmet uniquement l'état de ses liens.*
- ☞ Le réseau est représenté par un graphe *pondéré* : on affecte à chaque liaison un coût, sans unité, qui est *inversement proportionnel à sa bande passante ou débit*. Une formule courante est :

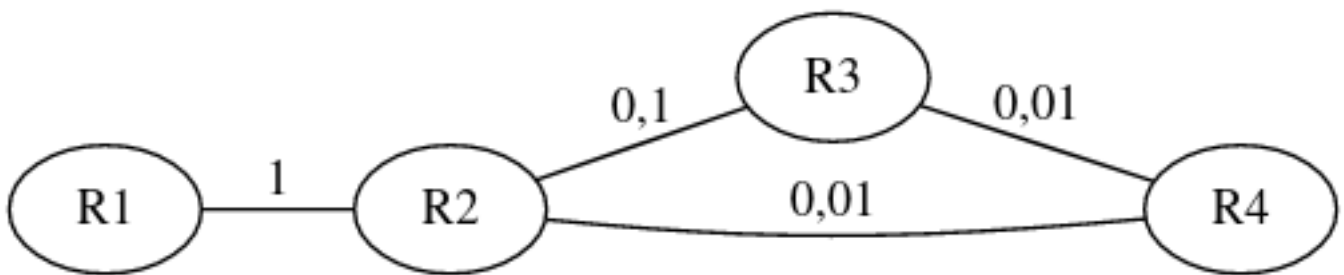
$$\text{coût} = \frac{10^8}{\text{debit}} \text{ avec debit en bits/seconde}$$

- ☞ Pour construire sa table de routage chaque routeur applique sur ce graphe pondéré un algorithme de recherche de plus court chemin, comme celui de **Dijkstra**, entre une origine (le routeur) et des destinations multiples (les autres routeurs). Cet algorithme converge plus vite que celui utilisé par *RIP*.

Exemple 2 Table de routage OSPF

Open Shortest Path First applique l'algorithme de Dijkstra à la représentation du réseau 1 par le graphe est pondéré avec les coûts des liaisons :

Liaison	Débit en bits/s	Coût = $\frac{10^8}{\text{debit}}$
Ethernet	10 Mbits/s = 10^7 bits/s	10
FastEthernet	100 Mbits/s = 10^8 bits/s	1
Gigabit	1 Gbits/s = 10^9 bits/s	0,1
Fibre	10 Gbits/s = 10^{10} bits/s	0,01



Graphe pondéré du réseau 1

La table de routage OSPF du routeur R1 est alors :

Destination	Interface	Coût
R2		1
R3		1,02
R4		1,01

Un paquet envoyé par une machine du sous-réseau 192.168.1.0/24 à destination d'une machine du sous-réseau 192.168.2.0/24 traversera dans l'ordre les routeurs R1 → R2 → R3 → R4.

Le paquet traversera un routeur de plus qu'avec le protocole RIP mais empruntera un chemin de coût minimal donc plus rapide c'est-à-dire plus court en temps.