

# Numérique et sciences informatiques

## Classe de terminale

-----

### IV Architecture et réseaux

#### B. Réseaux et internet

#### 1. Principes du protocole IP et adressage IP v4

### I Communication de données entre ordinateurs d'un même réseau local

#### I.1 La notion de réseau local

• Dans un réseau local (RL), tous les ordinateurs du réseau peuvent communiquer directement entre eux :

\* Chaque ordinateur est identifié par une adresse MAC (*Media Access Control*) qui est associée au composant physique (carte réseau) qu'il utilise pour communiquer avec d'autres ordinateurs. En principe, un ordinateur ne changera donc d'adresse MAC que s'il change de carte réseau.

\* Les adresses MAC de tous les ordinateurs du RL sont "connues" par tous les ordinateurs de ce RL.

\* Les ordinateurs sont tous reliés entre eux par l'intermédiaire d'un *switch*.

\* Il suffit à un ordinateur d'envoyer un paquet de données sur le RL en précisant l'adresse MAC du destinataire (appartenant à ce RL) pour que la transmission de ce paquet se fasse correctement vers ce destinataire par l'intermédiaire du *switch*.

#### I.2 Organisation et écriture d'une adresse MAC :

• Il s'agit d'une adresse écrite sur 6 octets (donc sur  $6 \times 8 = 48$  bits) représentée habituellement de la façon suivante

$N1:N2:N3:N4:N5:N6$

où  $N1, N2, N3, N4, N5$  et  $N6$  sont 6 nombres entiers compris entre 0 et 255 écrits en *hexadécimal*.

### II La communication de données entre ordinateurs appartenant à des réseaux locaux différents

• **Internet** est un réseau de réseaux : il est constitué d'un ensemble de dispositifs physiques (communication filaire ou par ondes électromagnétiques) et logiques (algorithmes et protocoles) qui permettent la communication de données entre ordinateurs *qui ne participent pas à un même réseau local*.

Il permet de connecter entre eux des réseaux locaux.

#### II.1 Deux conditions pour assurer la communication entre réseaux locaux

a) Une première condition : **l'adresse IP (Internet Protocol)**:

• Il s'agit d'une adresse attribuée à chaque ordinateur du réseau de réseaux

\* l'adresse IP est une adresse logique : contrairement à l'adresse MAC, elle ne dépend pas de la carte réseau (ou de tout autre dispositif matériel) qu'il utilise mais constitue *une adresse contextuelle* qui exprime son appartenance à un certain réseau local.

\* l'idée est très simple : elle consiste à attribuer à chaque ordinateur une adresse formée de deux parties :

- 1<sup>ère</sup> partie : le numéro du réseau local dont fait partie la machine ;
- 2<sup>ème</sup> partie : le numéro de la machine en tant que membre de ce réseau local.

- Deux conséquences :

- \* L'adresse IP d'un ordinateur va donc changer si cet ordinateur est supprimé d'un réseau local pour être placé dans un autre réseau local.

- \* Un ordinateur qui participe à plusieurs réseaux locaux possède plusieurs adresses IP. C'est le cas des routeurs qui sont chargés d'assurer la communication entre plusieurs réseaux locaux.

*b) Une deuxième condition : les routeurs*

- On va attribuer à certains ordinateurs un rôle essentiel : assurer la communication des paquets de données entre différents réseaux locaux : on les appellera des **routeurs**.

- Un paquet de données qui transite sur le réseau possède deux informations essentielles :

- \* l'adresse IP de l'expéditeur E ;
  - \* l'adresse IP du destinataire D.

- Tout réseau local connecté à Internet doit posséder au moins un routeur, c'est-à-dire un ordinateur qui appartient aussi à au moins un autre réseau local et qui aura pour rôle de transmettre vers l'extérieur tout paquet de données destiné à un ordinateur qui n'appartient pas à ce réseau local. On dira qu'il joue le rôle de **passerelle (gateway)** en anglais).

- Lorsqu'un ordinateur d'un RL envoie un paquet de données vers un ordinateur qui n'appartient pas à ce RL, ce paquet est transmis au routeur qui devra assurer sa transmission dans la bonne direction.

- Un routeur R qui reçoit un paquet de données doit lire l'adresse IP du destinataire puis :

- \* soit envoyer ce paquet directement à l'ordinateur D si D appartient à un de ses réseaux locaux

- \* soit l'envoyer à un autre routeur "plus proche" du RL de l'ordinateur D. Pour cela, il faut donc que ces deux routeurs soit connectés entre eux *donc participent à un même réseau local*.

- Pour décider à quel routeur il doit envoyer le paquet en fonction de l'adresse IP du destinataire, le routeur R va un tableau de données appelé **table de routage** dont nous parlerons plus précisément dans le prochain chapitre.

- Considérons le chemin suivi par un paquet depuis une machine expéditrice E vers une machine destinataire D. On suppose bien entendu que les machines E et D ne font pas partie d'un même RL.

- \* la machine E envoie le paquet au routeur R1 (ou à un des routeurs) de son réseau local

- \* le routeur R1 lit l'adresse IP du destinataire et sa table de routage et envoie le paquet à un autre routeur R2 (auquel il est relié par un autre réseau local).

- \* le paquet est transmis d'un routeur à un autre routeur en se rapprochant progressivement du routeur final Rn

- \* le paquet arrive finalement au dernier routeur Rn qui appartient à un réseau local auquel appartient l'ordinateur D et le routeur Rn peut donc transmettre directement le paquet à l'ordinateur D.

## II.2 Précisions sur les adresses IP

### a) Deux versions des adresses IP

- Les adresses IPv4. Ce sont encore aujourd'hui les plus courantes. Elles sont écrites sur 4 octets et elle est représentée habituellement sous la forme suivante

$$n1.n2.n3.n4$$

où  $n1$ ,  $n2$ ,  $n3$  et  $n4$  sont des nombres entiers compris entre 0 et 255 écrits *en décimal*.

Par exemple une adresse IPv4 peut être

$$154.85.126.2$$

*Remarque* : Un espace mémoire de 4 octets correspond à 32 bits donc il y a  $2^{32}$  (soit un peu moins de  $4,3 \cdot 10^9$ ) adresses IPv4 différentes possibles

- Les adresses IPv6: Il s'agit d'une adresse sur 16 octets qui doit progressivement remplacer les adresses IPv4 arrivées à saturation. On la représente généralement sous la forme suivante

$$N1:N2:N3:N4:N5:N6:N7:N8$$

où  $N1$ , ...,  $N8$  sont des entiers compris entre 0 et  $2^{16} - 1$  écrits avec 4 chiffres hexadécimaux.

*Remarque* : Un espace mémoire de 16 octets correspond à 128 bits donc il y a  $2^{128}$  (soit un peu plus de  $3,4 \cdot 10^{38}$ ) adresses IPv6 différentes possibles

### b) Organisation et écriture des adresses IPv4

- Nous avons dit qu'une adresse IP comporte deux parties :

- \* le numéro du réseau local
- \* le numéro de la machine dans ce réseau local

Plus précisément, l'adresse IPv4 d'un ordinateur se compose :

- \* une adresse sur 4 octets ;
- \* auquel on ajoute une information supplémentaire (appelée **masque de réseau**) .

- Le masque de réseau permet de distinguer :

- \* la partie de l'adresse qui exprime *le numéro du RL*
- \* de la partie de l'adresse qui exprime *le numéro de la machine* dans ce RL

- Prenons un exemple : considérons un ordinateur M1 dont l'adresse IPv4 est :

$$47.126.97.5/24.$$

- 24 est le masque de réseau. Il signifie que :

- \* les 24 premiers bits (sur 32 au total) représentent le numéro du RL
- \* et les 8 bits restants représentent le numéro de la machine dans ce RL.

- Donc, puisque les 24 premiers bits correspondent aux 3 premiers octets,

- \* l'adresse IP du réseau local de cet ordinateur est **47.126.97.0/24**

(on prend les mêmes 24 premiers bits et on complète avec des '0')

\* l'adresse 47.125.97.5/24 signifie que l'ordinateur M1 **possède le numéro 5** dans ce réseau local.

- Si on dispose de deux adresses IP *et du masque de réseau*, on il est donc facile de savoir si les deux ordinateurs participent ou non à un même réseau local.

### c) Masque de réseau et taille du réseau local

- La connaissance du masque de réseau permet de connaître la taille du réseau local, c'est-à-dire le nombre d'ordinateurs maximum qu'il est possible de placer dans ce réseau local. En effet, supposons que le masque de réseau soit  $n$  (où  $n$  est un entier compris entre 2 et 31). Alors

- \* les  $n$  premiers bits serviront à indiquer l'adresse du réseau
- \* et les  $32 - n$  derniers bits permettrons d'indiquer le numéro de l'ordinateur.

Le nombre maximum d'ordinateurs possibles dans ce RL sera donc de  $2^{32-n}$ .

- En fait, pour les numéros de machines, on n'utilisera :
  - \* ni le numéro 0 qui est réservé à l'adresse IP du RL lui-même ;
  - \* ni la plus grande valeur possible (par exemple le numéro 255 si le masque est de 24) pour le broadcast (diffusion d'un message à tous les ordinateurs du RL).
- Ainsi, si le masque de réseau est de 24, on a réserve  $32 - 24 = 8$  bits pour la numérotation des machines dans le RL. On peut donc placer  $2^8 - 2 = 254$  ordinateurs différents dans ce RL.

#### d) Écriture binaire du masque de réseau

- Le masque de réseau peut aussi être écrit comme une suite de 32 bits formée d'une succession de '1' suivie d'une succession de '0' :

1 ... .. 1 0 ... .. 0

- Ainsi, si le masque de réseau est **22** alors son écriture binaire sera formée **22** '1' suivis de **10** '0' :

11111111 11111111 11111100 00000000

*Remarque :* On pourra parfois aussi écrire ce masque en "décimale pointée" de la façon suivante

255.255.252.0

- Pourquoi écrire le masque de réseau en binaire de cette façon ? Cela permet d'appliquer une opération systématique simple (pour l'ordinateur) afin de retrouver l'adresse IP d'un réseau local à partir de :

- \* l'adresse IP d'un ordinateur écrit en binaire ;
- \* et de son masque de réseau écrit en binaire.

- Présentons cette utilisation du masque sur un exemple. Considérons un ordinateur dont l'adresse IPv4 est :

141.168.55.7/22

- Puisque le masque est '22' (ou '255.255.252.0') il pourra s'écrire en binaire sous la forme de 22 '1' et 10 '0' :

11111111 11111111 11111100 00000000

- Écrivons aussi l'adresse IP en binaire :

- \* 141 s'écrit sur un octet : '10001101'
- \* 168 s'écrit sur un octet : '10101000'
- \* 55 s'écrit sur un octet : '00110111'
- \* 7 s'écrit sur un octet : '00000111'

L'adresse IP s'écrit donc en binaire :

10001101 1010100 00110111 00000111

- « Appliquer le masque » à une adresse IP donnée signifie que **l'on effectue une opération de « et logique » bit à bit** (cette opération est notée par le symbole **&**) entre cette adresse IP et le masque. Par exemple, appliquons le masque '22' à l'adresse IP '141.168.52.7' on obtient alors :

10001101 1010100 **00110111** 00000111

**&**

11111111 11111111 11111100 00000000

-----  
10001101 1010100 **00110100** 00000000

Les 22 premiers bits n'ont pas changé et les 10 suivants sont tous à '0'.

On obtient alors l'adresse IP du sous-réseau en "décimales pointées" : **141.168.52.0/22**