

Couche Réseau (IP)

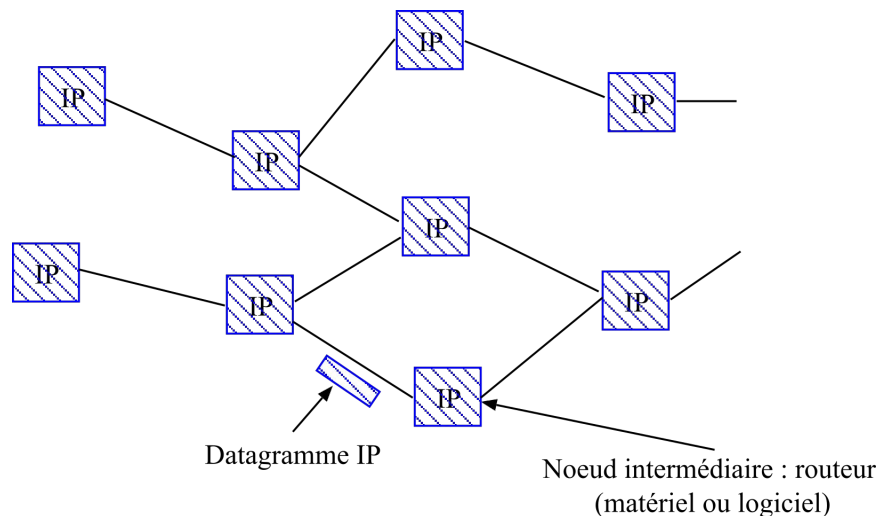
~

Généralités

Le Protocole IP

Internet Protocol : communication de bout en bout entre deux machines qui ne sont pas connectées directement, c'est-à-dire situées dans des réseaux différents (géographie, technologie).

Acheminement des **paquets** (ou datagrammes) à travers le réseau Internet en *best-effort*, sans garantie (non fiable), simple mais robuste (défaillance d'un routeur).



Application
(data)

Transport
(segment)

Network
(packet)

Data Link
(frame)

Physical
(bit)

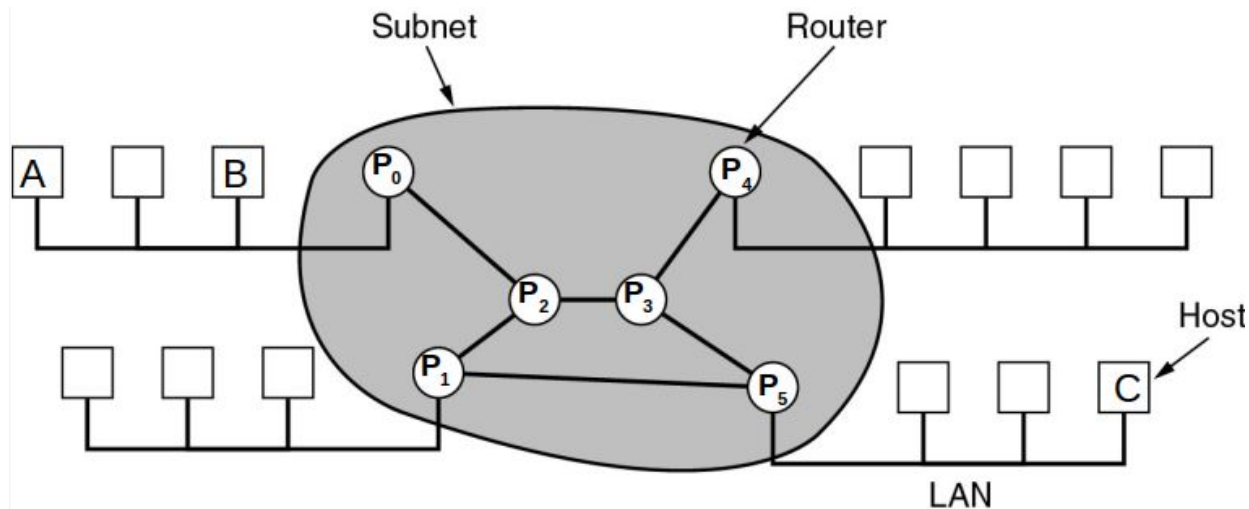
Versions

- IPv4, RFC 791, sept. 1981
- IPv6, le successeur de IPv4, RFC 2460, déc. 1998

Le Protocole IP

Routage : acheminement des données entre les réseaux via des routeurs/passereaux intermédiaires

- Communication directe entre A et B (réseau local ou LAN)
- Communication indirecte entre A et C, via les routeurs P0, P2, P3, P5



Adresse IPv4

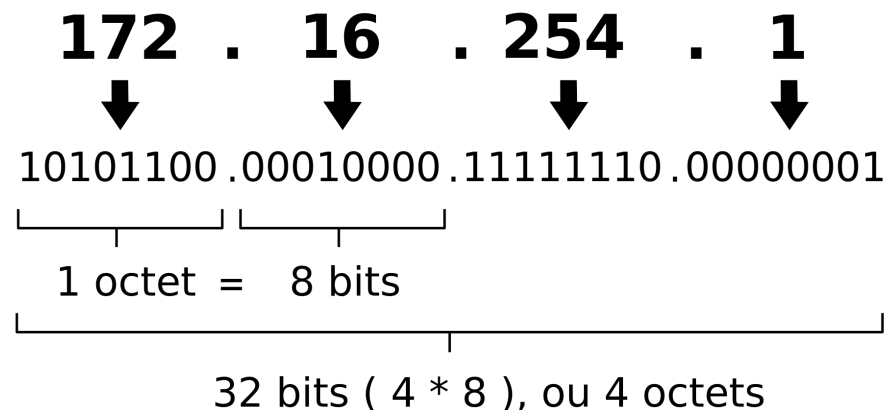
Adressage Logique : identifier une machine unique sur Internet, indépendamment de l'adressage physique (Ethernet, ...)

Adresse IPv4 (32 bits)

- 2^{32} adresses, environ 4 milliards d'adresses
- épuisement des adresses IPv4 en 2011 !

Notation

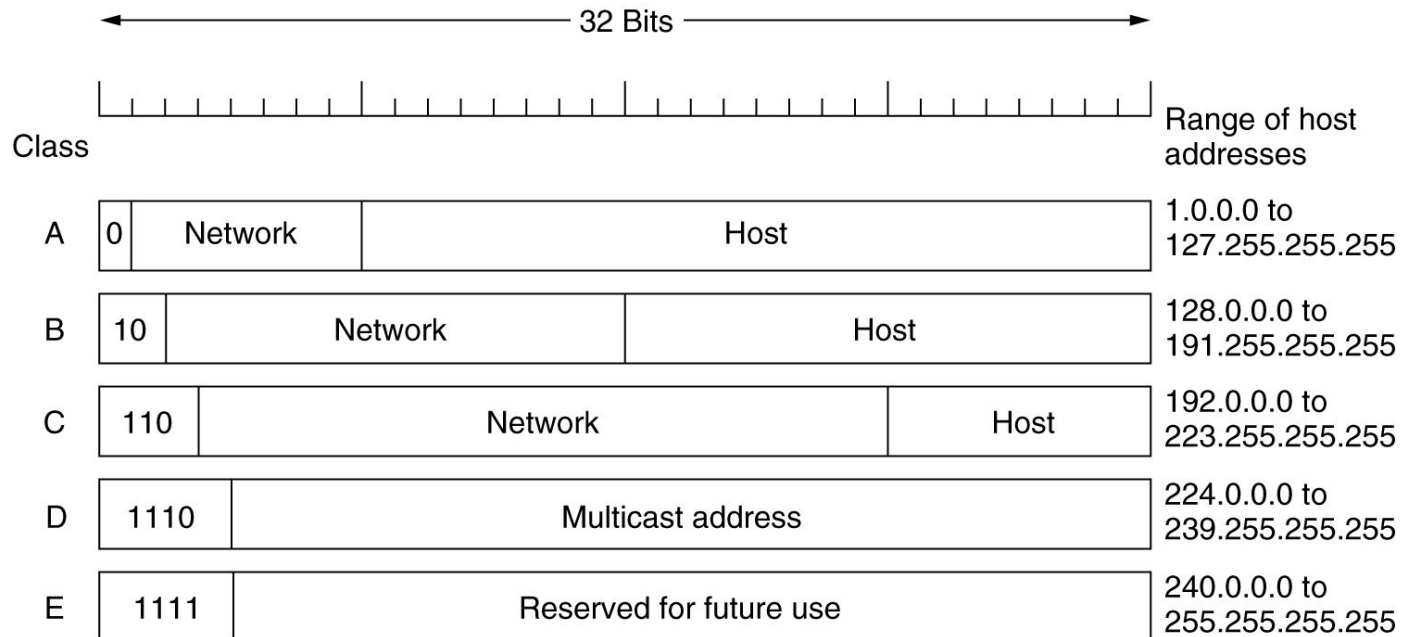
Une adresse IPv4 (notation décimale à point)



Classe d'Adresse IPv4

Les 5 classes historiques d'adresse IP (1990-2010)

- classes générales A, B, C (unicast)
 - classe A : 8 bits network, 24 bits host (grands réseaux)
 - classe B : 16 bits network, 16 bits host (moyens réseaux)
 - classe C : 24 bits network, 8 bits host (petits réseaux)
- classe D (multicast)
- classe E (réservé pour un usage futur)



Adresse IPv6

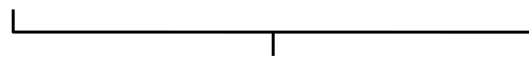
Adresse IPv6 (128 bits)

- 2^{128} adresses, soit environ 340.10^{36} adresses !!!
- 667 millions de milliards d'appareils connectés sur chaque mm^2 de la Terre !
- 8 groupes de 2 octets, en hexadécimal (= 128 bits)
- plusieurs types d'adresses, dont l'adresse *link local* ($\text{FE80}::/10$) et l'adresse *global*, ou encore localhost ($::1$)

Notation

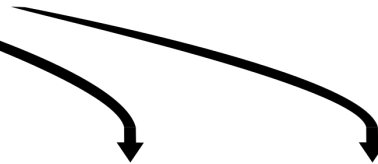
Une adresse IPv6 (en hexadécimal)

2001:0DB8:AC10:FE01:0000:0000:0000:0000



2001:0DB8:AC10:FE01::

Les zéros peuvent être omis



0010000000000001:0000110110111000:1010110000010000:1111111000000001:

0000000000000000:0000000000000000:0000000000000000:0000000000000000

Adresse IPv6

Règle de Suppression des Zéros

- Exemple :

FEDC:0000:0000:0065:4321:0000:DEAD:BEEF

- On remplace les premiers blocs de 0 consécutifs par ::

FEDC::0065:4321:0000:DEAD:BEEF

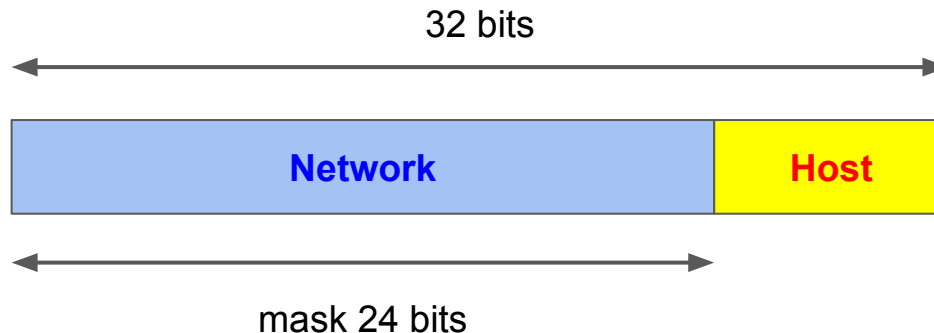
- On supprime les 0 de poids fort dans chaque bloc

FEDC::65:4321:0:DEAD:BEEF

Adresse de Réseau

Notion de Masque

- nombre bits séparant la partie *Network* et de la partie *Host*
- toutes les hôtes d'un réseau ont les mêmes bits sur la partie *Network*



Exemple : 192.168.10.7/24 (notation décimale à point)

- adresse du masque : les bits de la partie *Network* à 1, les autres à 0
- adresse du réseau : mettre les bits de la partie *Host* à 0
- adresse de diffusion (*broadcast*) : mettre les bits de la partie *Host* à 1

Address:	192.168.10.7/24	11000000.10101000.00001010. 00000111
Netmask:	255.255.255.0 = /24	11111111.11111111.11111111. 00000000
Network:	192.168.10.0/24	11000000.10101000.00001010. 00000000
Broadcast:	192.168.10.255	11000000.10101000.00001010. 11111111

Adresse de Réseau

Les adresses spéciales

- Adresse locale (loopback) : 127.0.0.0/8 (127.0.0.1 ou ::1 ou localhost)
- Adresse de ce réseau : 0.0.0.0/8
- Adresse de diffusion : 255.255.255.255/32
- Adresse du routeur (par convention) : adresse de diffusion – 1

Les adresses privés

- 10.0.0.0 /8
- 172.16.0.0 /12
- 192.168.0.0 /16

Ces adresses ne peuvent pas être routées sur Internet.

Leur utilisation par un réseau privé est encouragée pour éviter de réutiliser les adresses publiques enregistrées.

Adresse de Réseau



Exercice : Complétez le tableau ci-dessous.

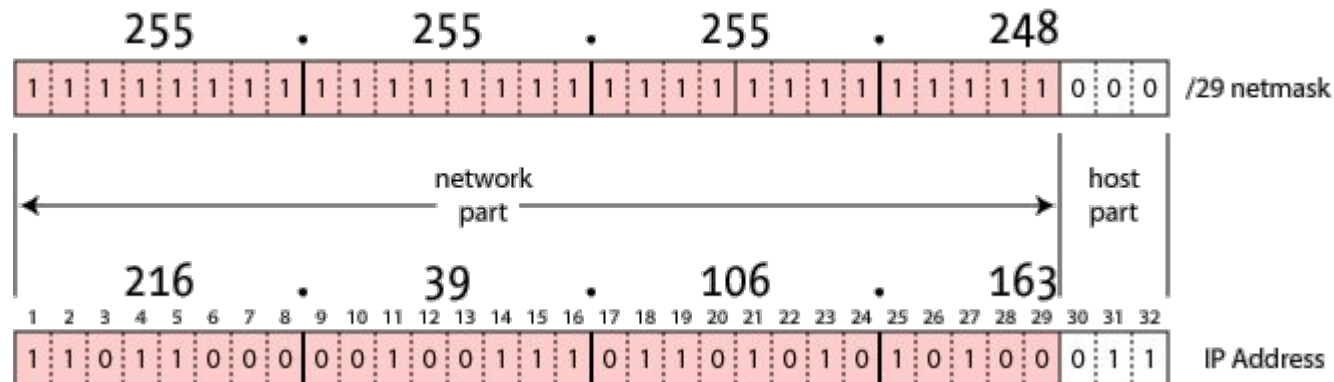
Adresse IP de l'hôte	Adresse du Réseau	Adresse Hôte	Adresse de Broadcast	Masque du Réseau
192.168.10.7/24	192.168.10.0	.7	192.168.10.255	255.255.255.0
216.14.55.137/24				
123.1.1.15/8				
175.12.239.244/16				
216.39.106.163/29				

Adresse de Réseau



Correction

Adresse IP de l'hôte	Adresse du Réseau	Adresse Hôte	Adresse de Broadcast	Masque du Réseau
192.168.10.7/24	192.168.10.0	.7	192.168.10.255	255.255.255.0
216.14.55.137/24	216.14.55.0	.137	216.14.55.255	255.255.255.0
123.1.1.15/8	123.0.0.0	.1.1.15	123.255.255.255	255.0.0.0
175.12.239.244/16	175.12.0.0	.239.244	175.12.255.255	255.255.0.0
216.39.106.163/29	216.39.106.160	.3	216.39.106.167	255.255.255.248



Outils

ipcalc : une calculatrice pour les réseaux IP

```
$ ipcalc 192.168.10.1/24
```

Address:	192.168.10.1	11000000.10101000.00001010. 00000001
Netmask:	255.255.255.0 = 24	11111111.11111111.11111111. 00000000
Wildcard:	0.0.0.255	00000000.00000000.00000000. 11111111
Network:	192.168.10.0/24	11000000.10101000.00001010. 00000000
HostMin:	192.168.10.1	11000000.10101000.00001010. 00000001
HostMax:	192.168.10.254	11000000.10101000.00001010. 11111110
Broadcast:	192.168.10.255	11000000.10101000.00001010. 11111111
Hosts/Net:	254	Class C, Private Internet

Outils

ifconfig : affichage des interfaces réseaux...

```
auesnard@buffet:~$ /sbin/ifconfig
```

```
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 9000
    inet 10.0.204.4 netmask 255.255.255.0 broadcast 10.0.204.255
    inet6 fe80::24e:1ff:fec4:7f4 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    inet6 2001:660:6101:800:204::4 prefixlen 80 scopeid 0x0<global>
    ether 00:4e:01:c4:07:f4 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 3168136 bytes 11489530817 (10.7 GiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 2066596 bytes 280233134 (267.2 MiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
    device interrupt 20 memory 0x94300000-94320000

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
    loop txqueuelen 1000 (Boucle locale)
    RX packets 127449 bytes 9066029 (8.6 MiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 127449 bytes 9066029 (8.6 MiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
```

Configuration d'un LAN

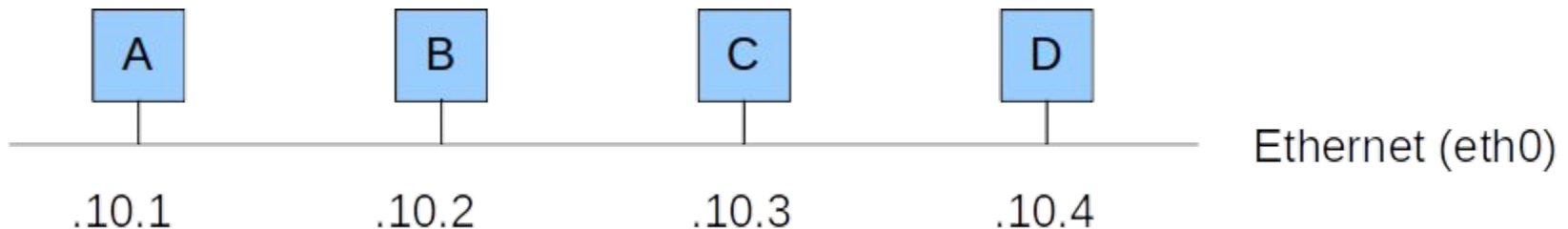
Configuration du réseau local 192.168.10.0/24

- Configuration de la machine A (masque /24 bits)

```
A$ ifconfig eth0 192.168.10.1/24
```

- De même pour toutes les machines B, C et D.
- On peut ensuite effectuer des tests avec *ping*

```
A$ ping 192.168.10.2
```



⇒ Mise en oeuvre dans le TP2 avec QemuNet.