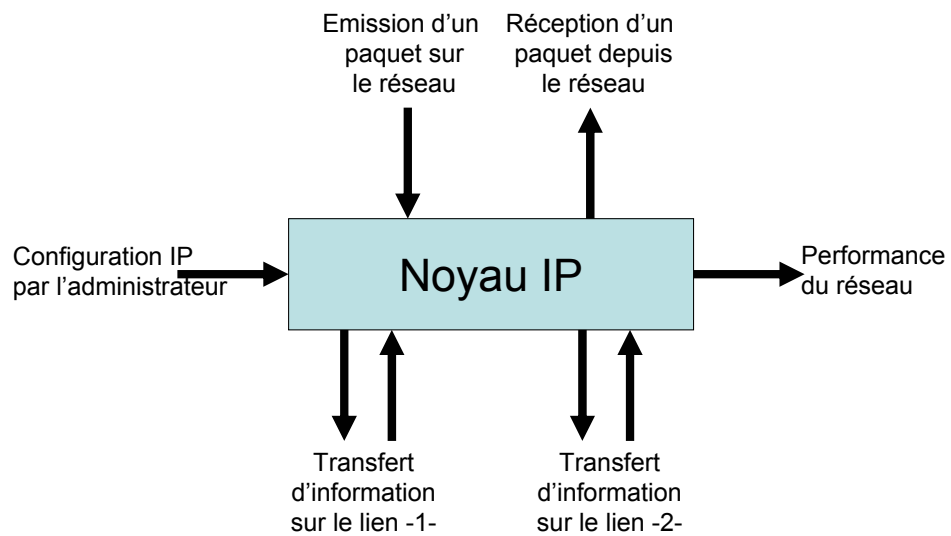


# Internet Protocol

La couche IP du réseau  
Internet

# Rôle de la couche IP



# Structure d'un réseau IP

## Matériel hétérogène :

- Liaison série, parallèle ;
- Modems ;
- Liaison par bus (Ethernet 802.3, Tokenbus 802.4 ) ;
- Liaison en anneau (Tokenring 802.5) ;
- Liaison hertzienne (802.11).

## Support réseau :

- Modèle non connecté ;
- Adresses sur 32bits ;
- Adressage / Routage hiérarchique ;
- Administration du routage / outils de mise à jour distribuée.

# Adressage IP (IPv4)

1 machine = 1 Code sur 32Bits = 4 octets

Exemple : « 134.206.11.2 » représentation @IP standard :  
1 nombre par octet séparé par un point.

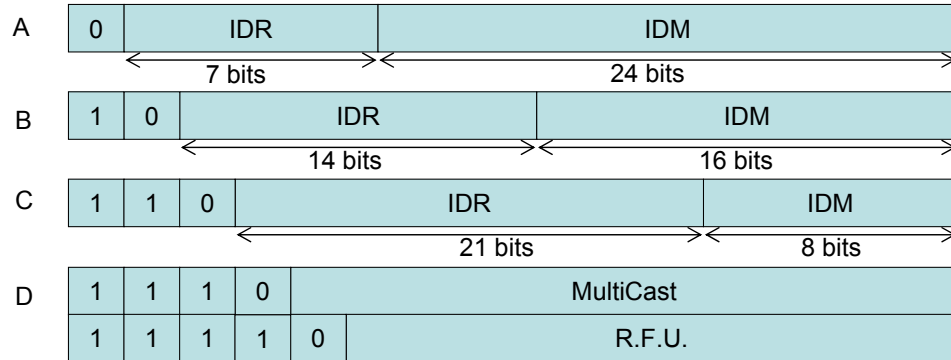
@IP décomposée en 2 parties : (id. réseau, id. machine).

Classe	Plage d'adresses	Nb de Réseaux	Nb. De machines
A	De 0.0.0.0 à 127.255.255.255	<127 ( $2^7$ )	< 16 millions ( $2^{24}$ )
B	De 128.0.0.0 à 191.255.255.255	<16384 ( $2^{14}$ )	< 65536 ( $2^{16}$ )
C	De 192.0.0.0 à 223.255.255.255	<2millions ( $2^{21}$ )	< 256 ( $2^8$ )
D	De 224.0.0.0 à 239.255.255.255	MultiCast	
E	De 240.0.0.0 à 247.255.255.255	R.F.U.	

# Adressage IP (IPv4)

Représentation interne d'une @ codée sur 32 bits, décomposée en deux parties :

- Identifiant de réseau (IDR) ;
- Identifiant de machine dans le réseau (IDM).



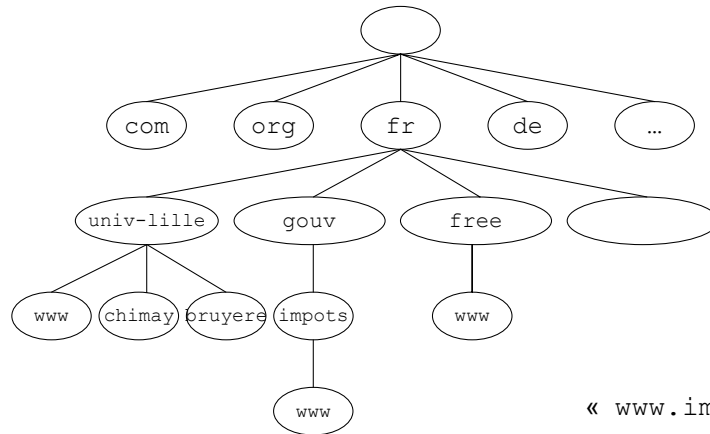
# Adresses particulières

Adresses réservées à des usages particuliers :

- « 0.0.0.0 »
- « idr nul,  $\forall$ idm », machine sur le réseau local ;
- «  $\forall$ idr , idm nul », désigne le réseau lui-même ;
- « 127.X.Y.Z », autre possibilité pour désigner la machine locale.
- «  $\forall$ idr , 11..1<sub>(2)</sub> », broadcast sur le réseau ;
- « 11..1 , 11..1<sub>(2)</sub> », broadcast sur le réseau de l'émetteur ;
- « 10.0.0.0 à 10.255.255.255  
ou 172.16.0.0 à 172.31.255.255  
ou 192.168.0.0 à 192.168.255.255 », réservé pour des intranets.

# Adressage symbolique

- DNS : *Domain Name Server*

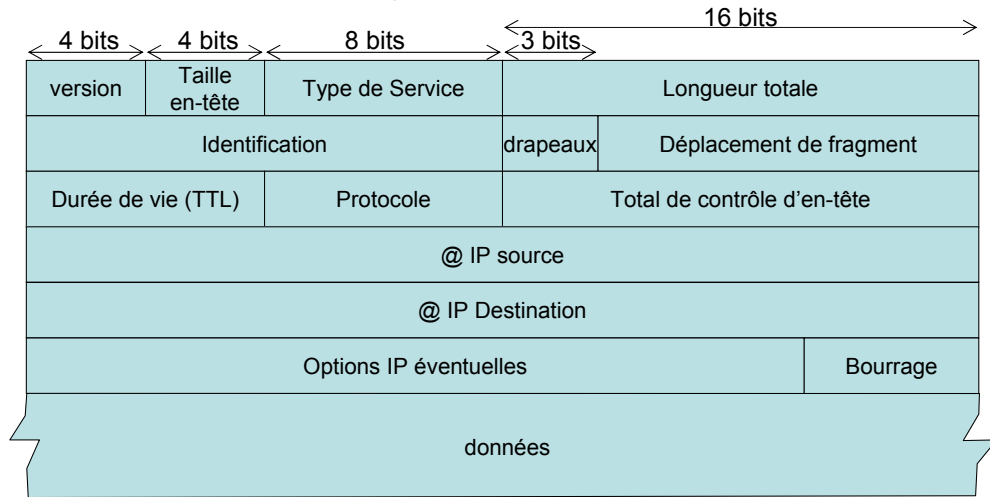


« www.impots.gouv.fr »

# Structure d'un datagramme IP

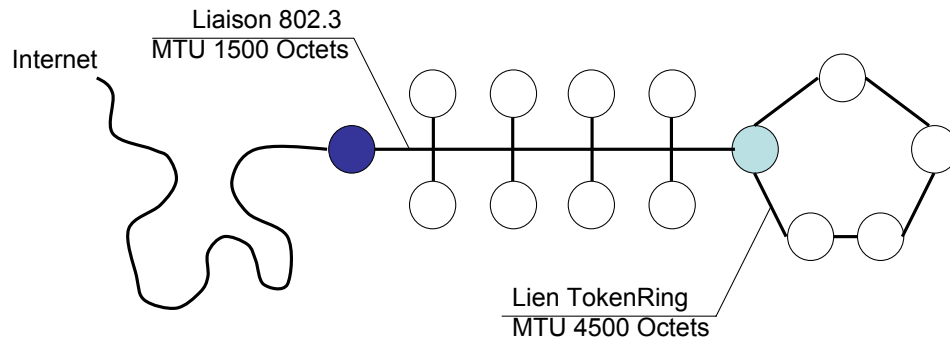
Modèle réseau non connecté.

Unité de transport : le datagramme

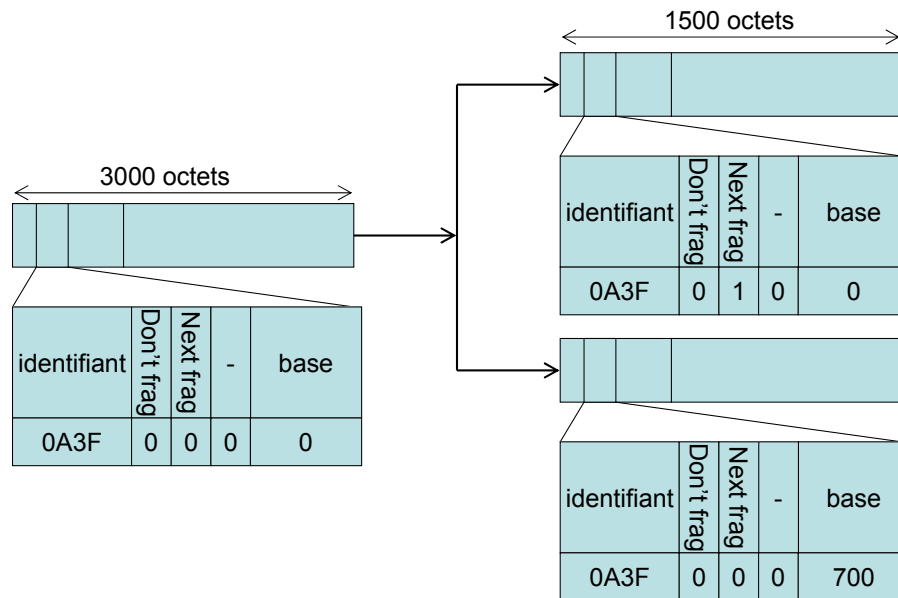




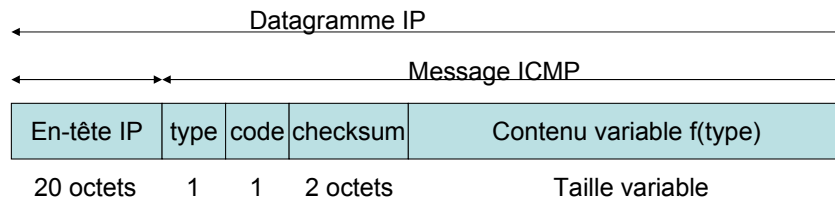
# Fragmentation d'un datagramme IP



# Fragmentation d'un datagramme IP



# Datagrammes particuliers : ICMP



Type = 8 code = 0 : demande d'écho

Type = 0 code = 0 : réponse d'écho

Type = 3 compte rendu de réseau inaccessible

code 0 : Rsx HS

code 1 : Machine HS

code 2 : Protocole HS

code 3 : Port HS

code 4 : Fragmentation refusée

code 5 : Echec de route

code 6 : Rsx inconnu

code 7 : Host inconnue

code 8 : obsolète

code 9 : Rsx Interdit

code 10 : Host interdite

code 11 : Rsx service

code 12 : Host service

code 13 : Filtrage

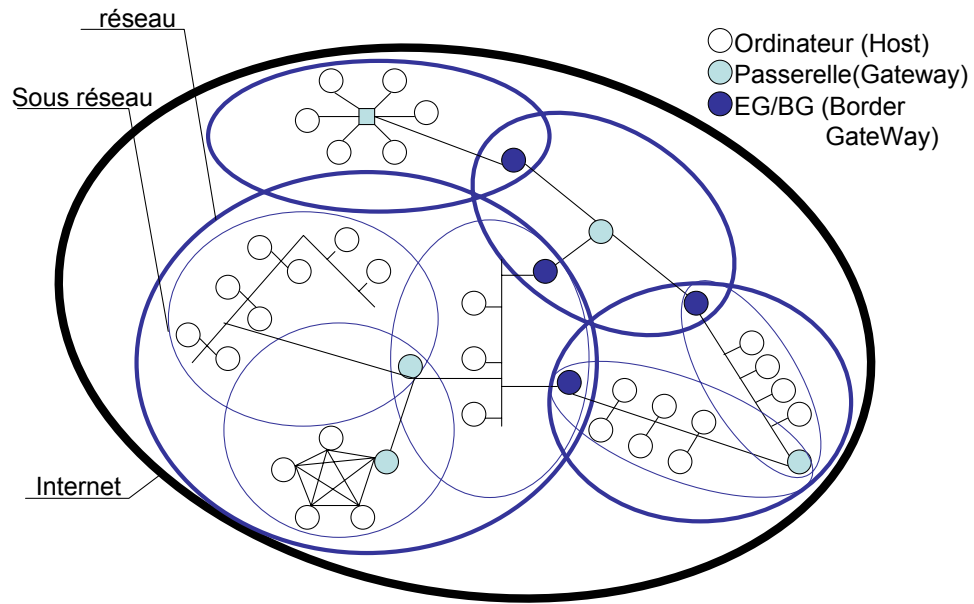
Type = 4 demande de limitation de production (contrôle de flux)

Type = 5 correction de routage (route non optimal détectée) code 0 : Rsx 1 : Machine.

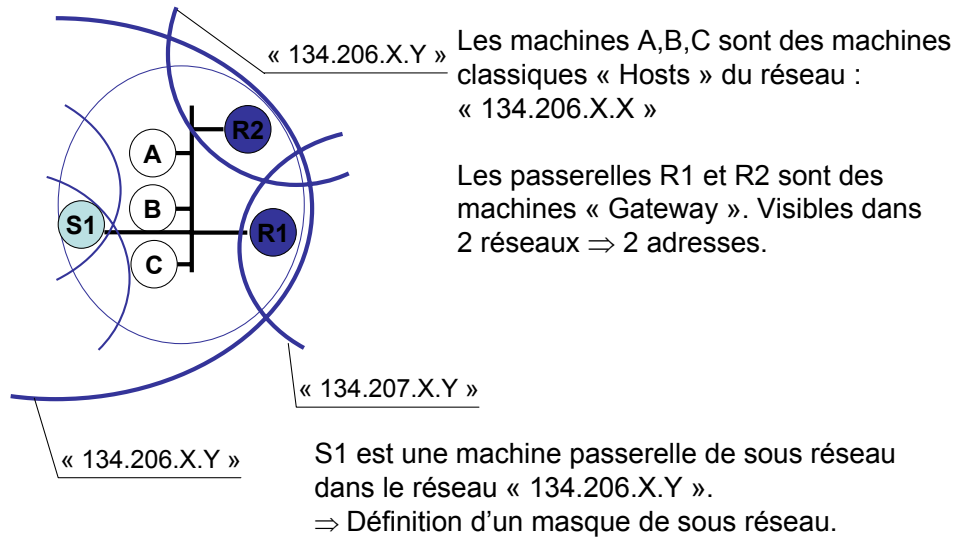
Type = 11 TTL détecté = à 0.

Type = ...

# Structure d'un réseau IP



# Structure d'un réseau IP



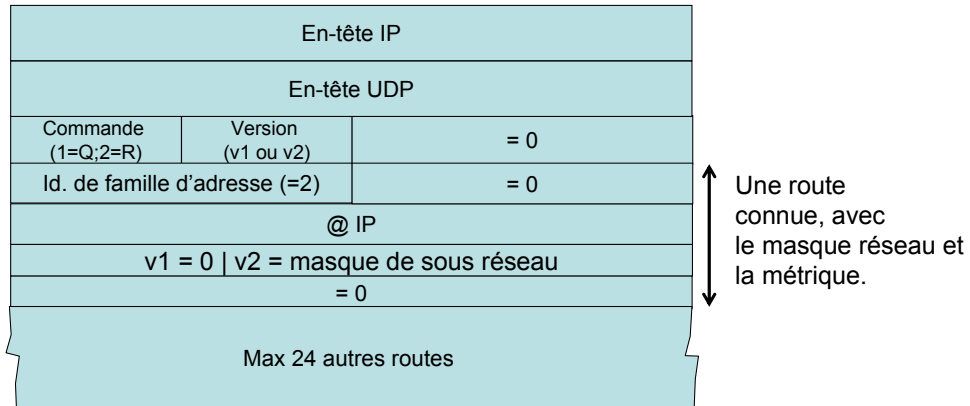
# Routage IP

- Table de routage « administrative » :

@ réseau	masque réseau	@ passerelle	@ interface	métriques
0.0.0.0	0.0.0.0	134.206.3.1	134.206.11.2	1
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	1
134.206.0.0	255.255.0.0	134.206.11.2	134.206.11.2	1
134.206.11.2	255.255.255.255	127.0.0.1	127.0.0.1	1
134.206.255.255	255.255.255.255	134.206.11.2	134.206.11.2	1
224.0.0.0	224.0.0.0	134.206.11.2	134.206.11.2	1
255.255.255.255	255.255.255.255	134.206.11.2	134.206.11.2	1

# Protocoles de type IGP<sup>1</sup> : exemple RIP<sup>2</sup>

Mise à jour des tables selon l'algorithme de routage distribué.



<sup>1</sup> IGP : *Interior Gateway Protocol*

<sup>2</sup> RIP : *Routing Information Protocol*

# Les outils systèmes pour IP

Fichier des machines présentes sur le réseau :

**/etc/hosts**

```
127.0.0.1      localhost
134.206.11.7   bruyere.lifl.fr bruyere
```

```
# The following lines are desirable for IPv6 capable hosts
# (added automatically by netbase upgrade)
```

```
::1           ip6-localhost ip6-loopback
fe00::0       ip6-localnet
ff00::0       ip6-mcastprefix
ff02::1       ip6-allnodes
ff02::2       ip6-allrouters
ff02::3       ip6-allhosts
```

Fichier de résolution symbolique :

**/etc/resolv.conf**

```
domain lifl.fr
search lifl.fr univ-lille1.fr
Nameserver 134.206.10.18
Nameserver 134.206.1.15
```



# Les outils systèmes pour IP

## Commande de test de la couche réseau :

```
>ping -f -n 4 -i 5 -l 248 bruyere  
>ping -c 4 -t 5 -s 248 bruyere
```

Envoi d'une requête 'ping' sur 134.206.11.2 avec 248 octets de données:

```
Réponse de 134.206.11.2 : octets=248 temps<10 ms TTL=128  
Réponse de 134.206.11.2 : octets=248 temps<10 ms TTL=128  
Réponse de 134.206.11.2 : octets=248 temps<10 ms TTL=128  
Réponse de 134.206.11.2 : octets=248 temps<10 ms TTL=128
```

Statistiques Ping pour 134.206.11.2:

```
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 10, perdus = 0 (perte 0%),  
Durée approximative des boucles en milli-secondes :  
    minimum = 0ms, maximum = 0ms, moyenne = 0ms
```

# Les outils systèmes pour IP

Commande suivie de l'architecture réseau :

```
> tracer -d -h 20 www.impots.gouv.fr  
> traceroute -m 20 www.impots.gouv.fr
```

Détermination de l'itinéraire vers www.impots.gouv.fr [195.101.154.66]  
avec un maximum de 20 sauts :

1	10 ms	<10 ms	10 ms	134.206.3.2
2	<10 ms	<10 ms	10 ms	193.49.253.113
3	10 ms	10 ms	<10 ms	193.54.138.117
4	20 ms	<10 ms	10 ms	194.214.110.29
5	10 ms	10 ms	10 ms	194.214.110.5
6	10 ms	20 ms	10 ms	193.51.206.14
7	10 ms	10 ms	20 ms	193.51.206.42
8	10 ms	20 ms	10 ms	193.251.241.158
9	10 ms	20 ms	30 ms	193.251.241.97
10	10 ms	20 ms	10 ms	193.251.126.25
11	20 ms	10 ms	10 ms	193.251.126.37
12	10 ms	10 ms	40 ms	194.51.159.206
13	10 ms	20 ms	10 ms	194.51.159.226
14	160 ms	150 ms	170 ms	194.51.195.6
15	*			

# Les outils systèmes pour IP

## Commande d'accès à la couche liaison :

```
> arp -s 157.55.85.212 00-aa-00-62-c6-09
```

```
> arp -a
```

```
Interface : 134.206.11.2 on Interface 0x2
```

Adresse Internet	Adresse physique	Type
134.206.3.2	00-90-bf-5a-9c-8c	dynamique
157.55.85.212	00-aa-00-62-c6-09	statique

```
> arp -d 157.55.85.212
```

# Les outils systèmes pour IP

Commande de teste de la couche réseau :

```
>route PRINT
```

```
>route -ee
```

```
=====
```

Liste d'Interfaces

0x1 ..... MS TCP Loopback interface

0x2 ...00 a0 24 50 0e 66 ..... 3Com EtherLink PCI

```
=====
```

Itinéraires actifs :

Destination réseau	Masque réseau	Adr. passerelle	Adr. interface	Métrique
0.0.0.0	0.0.0.0	134.206.3.1	134.206.11.6	1
0.0.0.0	0.0.0.0	134.206.3.2	134.206.11.6	1
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	1
134.206.0.0	255.255.0.0	134.206.11.6	134.206.11.6	1
134.206.11.6	255.255.255.255	127.0.0.1	127.0.0.1	1
134.206.255.255	255.255.255.255	134.206.11.6	134.206.11.6	1
224.0.0.0	224.0.0.0	134.206.11.6	134.206.11.6	1
255.255.255.255	255.255.255.255	134.206.11.6	134.206.11.6	1

Passerelle par défaut : 134.206.3.2

```
=====
```

Itinéraires persistants :

Aucun

# Les outils systèmes pour IP

Commande de configuration du réseau :

```
> route ADD 157.0.0.0 MASK 255.0.0.0 157.55.80.1 IF 2 METRIC 3
> Route add -net 157.0.0.0 -netmask 255.0.0.0 -dev eth0

> route DELETE 157.0.0.0
> Route del    157.0.0.0

> route CHANGE 157.0.0.0 MASK 255.0.0.0 157.55.80.1 IF 3 METRIC 3
```

# Les outils systèmes pour IP

## Outil de mesure de l'activité d'une passerelle :

```
> netstat
```

```
Active Internet connections (w/o servers)
```

Proto	Recv-Q	Send-Q	Local Address	Foreign Address	State
tcp	0	0	bruyere.lifl.fr:4810	zobe.linuxfr.org:www	ESTABLISHED
tcp	0	0	bruyere.lifl.fr:4809	zobe.linuxfr.org:www	CLOSE
tcp	0	0	bruyere.lifl.fr:4806	zobe.linuxfr.org:www	ESTABLISHED
tcp	0	0	bruyere.lifl.fr:888	lifl:32771	TIME_WAIT
tcp	0	0	bruyere.lifl.fr:823	lifl:32771	TIME_WAIT
tcp	0	0	bruyere.lifl.fr:www	barbar:1071	ESTABLISHED
tcp	0	0	bruyere.lifl.fr:ftp	regal:2278	ESTABLISHED
tcp	0	0	bruyere.lif:netbios-ssn	barbar:1030	ESTABLISHED
tcp	0	574	bruyere.lifl.fr:telnet	regal:2263	ESTABLISHED
tcp	0	0	bruyere.lif:netbios-ssn	kwak:1035	ESTABLISHED

# Architecture des logiciels réseau IP

