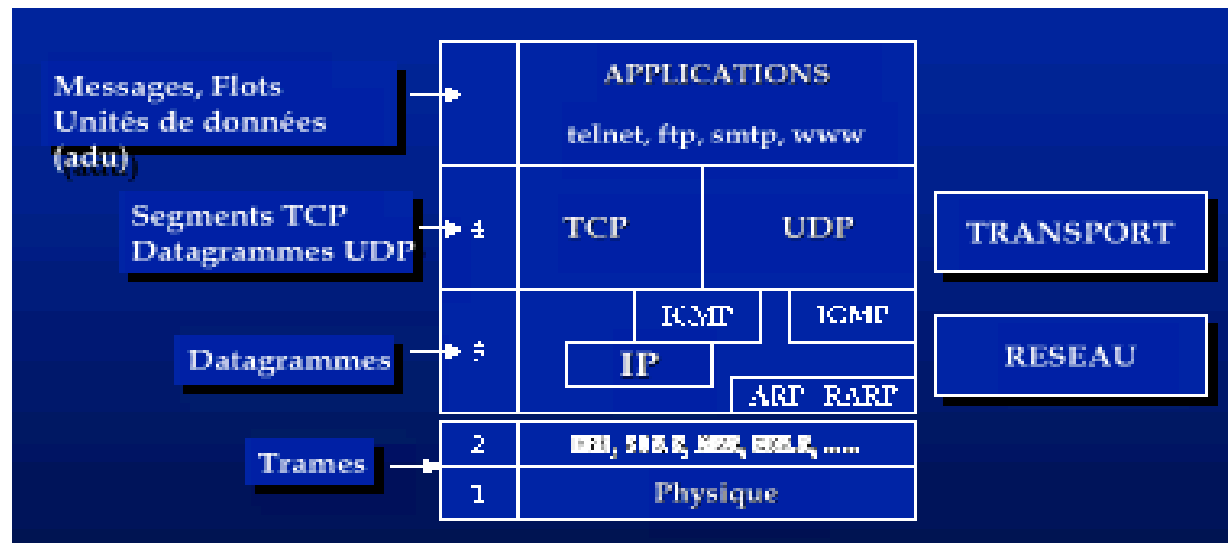


Internet Protocol

IP : Internet Protocol

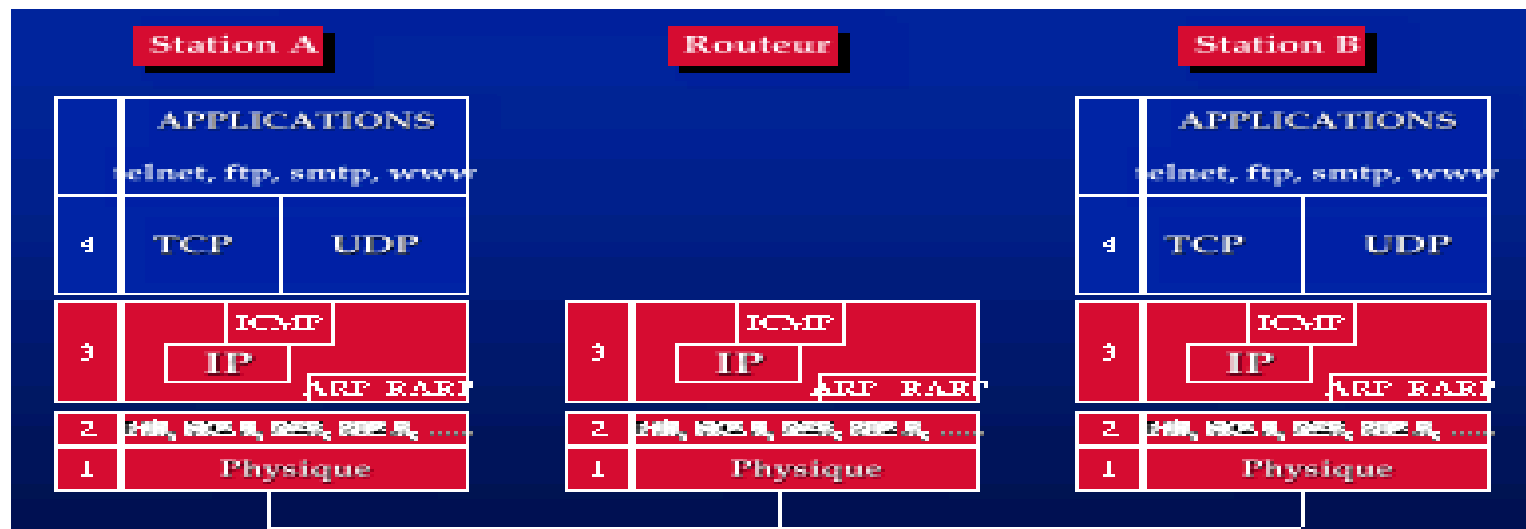
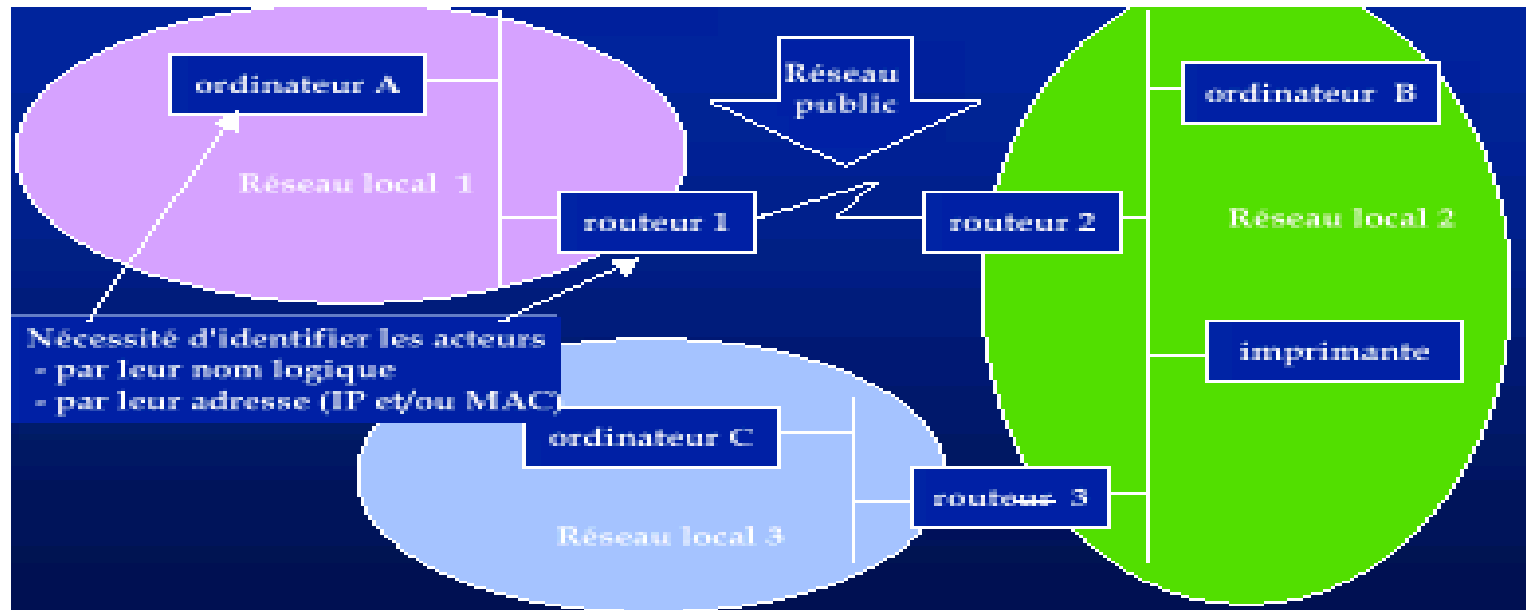
- IP est la base du réseau Internet
- IP fonctionne au niveau de la couche réseau (niveau 3 du modèle ISO)



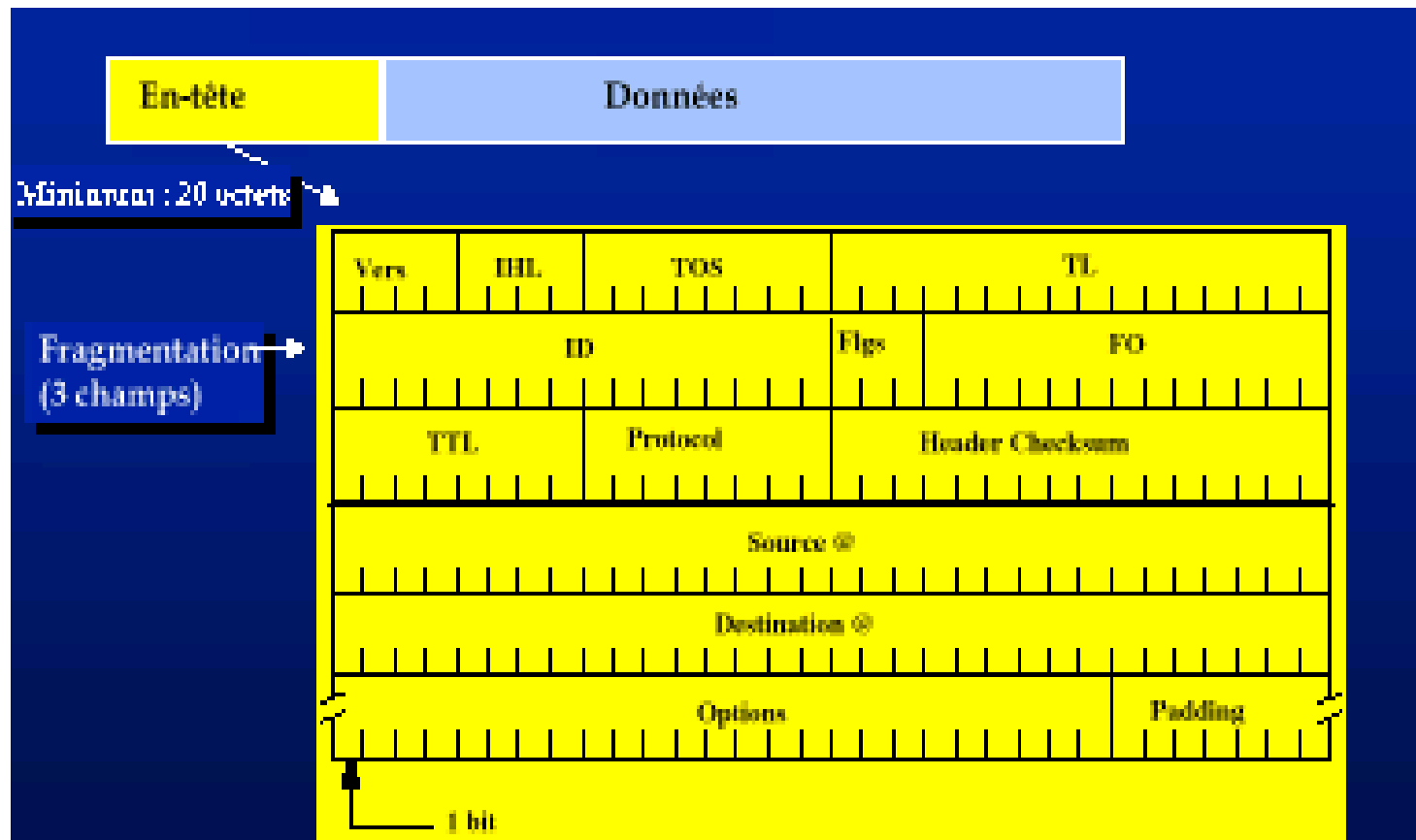
IP au dessus de tout

- IP défini par le RFC 791
- IP = protocole de convergence
- Fonctionne sur :
 - Ethernet (10 Mb/s, 100 Mb/s, 1 Gb/s, 10 Gb/s, 100 Gb/s)
 - Token Ring
 - FDDI
 - ATM
 - liaison optique très haut débit
 - liaisons séries bas débit (PPP)
- Raison : seuls des services d'émission/réception sans garanties sont nécessaires, donc tous débits.

Un inter réseau IP = internet



Datagramme IP

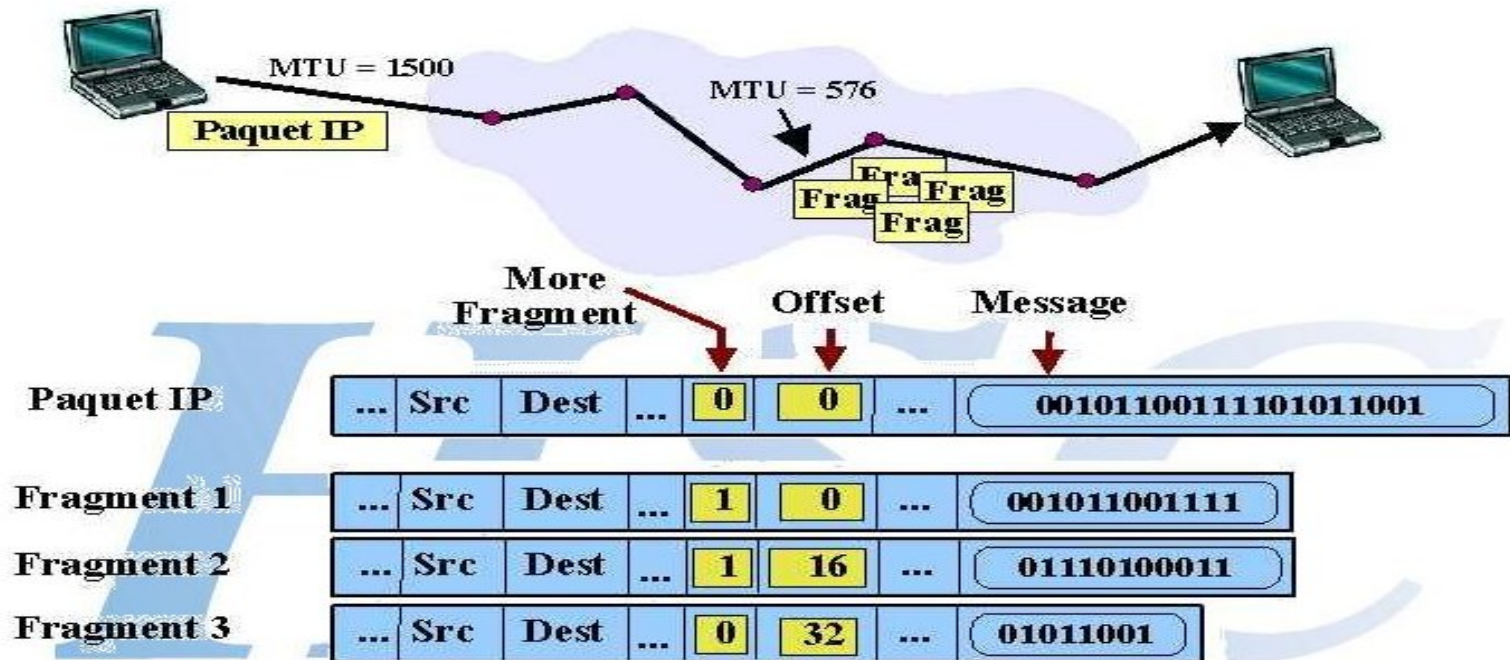


Datagramme IP

- Version 4 (IPv6 est prêt, le déployer est compliqué !)
- TOS : Type Of Service (qualité de service (QoS) prévue mais rarement utilisée)
- TL : Total Length (longueur du datagramme : max 64 Ko, recommandé < 576 octets)
- Protocol : identifie le protocole de la couche 4 (6 : TCP)
- Options : permettent des extensions (QoS, sécurité)
- ID : Identification du Datagramme
 - utilisé par émetteur et destinataire pour identifier le datagramme
 - numérotation faite par l'émetteur
 - uniquement utilisé pour la fragmentation

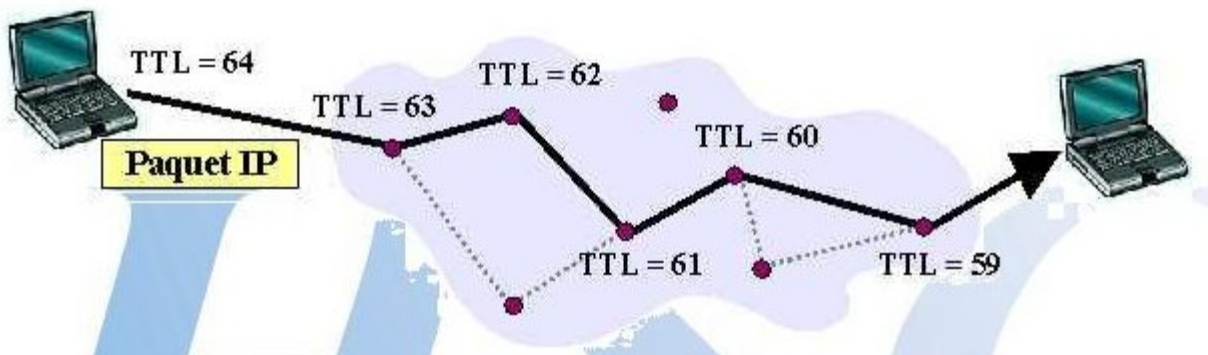
Datagramme IP

- FO : Fragment Offset
 - position du fragment dans le datagramme d'origine
 - le destinataire doit récupérer tous les fragments sinon tout le datagramme est jeté



Datagramme IP

- TTL : Time To Live :
 - théoriquement exprimé en incrément d'1 seconde
 - l'expéditeur le met à une certaine valeur (32, 64, 128)
 - décrémenté de 1 à chaque traversée de routeur
 - datagramme détruit quand le TTL=0 (évite les boucles)



Fonctions d'IP

- Transporte des datagrammes de bout en bout
 - pour aller de A à C, le datagramme passe les routeurs R1, R2, R3
 - chaque datagramme contient
 - l'adresse IP de l'émetteur
 - l'adresse IP du destinataire
 - chaque interface d'un équipement a une adresse IP
 - il faut connaître l'adresse IP d'un équipement pour communiquer avec lui
 - mode sans connexion : chaque datagramme est traité indépendamment des autres, pas de contrôle de flux
 - sans garantie de remise des datagrammes : service non fiable, les paquets peuvent être perdus, dupliqués, retardés, ...
 - IP fait au mieux (best effort) : TCP arrangera tous ces problèmes.

Fonctions d'IP

- Assure le routage : savoir où envoyer le datagramme
 - les équipements ne connaissent que le prochain équipement sur le chemin (voir routage plus loin)
- La fragmentation
 - c'est la machine destinataire qui réassemble et non les routeurs
 - la taille des datagrammes reçus par le destinataire final est directement dépendante du plus petit MTU rencontré
 - les fragments deviennent des datagrammes à part entière.
 - rien ne s'oppose à ce qu'un fragment soit à nouveau fragmenté.
 - cette opération est absolument transparente pour les couches de transport qui utilisent IP
- IP n'assure pas :
 - la détection de perte
 - la retransmission en cas d'erreur
 - le contrôle de flux

Adressage IP

- L'adressage IP est une abstraction créée par le logiciel
- Le protocole IP spécifie qu'à chaque interface de chaque hôte est associé un numéro unique codé sur 32 bits (4 octets)
 - C'est son adresse IP ou adresse Internet
- Chaque paquet ou datagramme envoyé sur un réseau IP contient les adresses IP de la source et de la destination

Adressage IP

- Adressage hiérarchique
 - Chaque adresse IP est divisée en deux parties :
 - Un préfixe (numéro unique de réseau) identifiant le réseau auquel l'ordinateur est connecté
 - Un suffixe identifiant l'ordinateur sur ce réseau
 - Les adresses réseau (préfixes) sont assignées globalement (autorités de l'Internet)
 - Les adresses machine (suffixes) sont assignées localement

Adresse IPv4

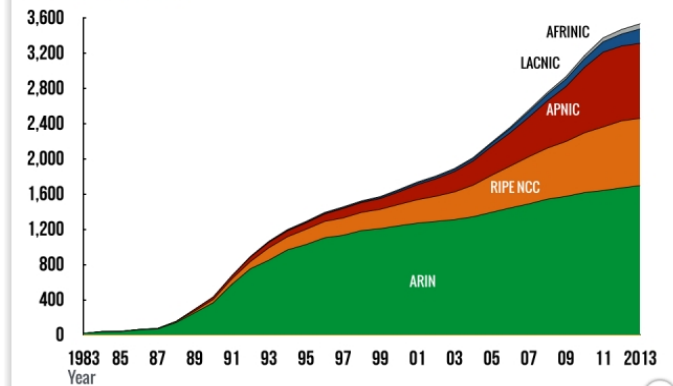
- Format : 4 octets
 - notation *décimale pointée* A.B.C.D
 - notation binaire ou hexadécimale pas utilisée ...
- Unique au monde :
 - configurable par logiciel
 - associée à chaque interface réseau
- Attribution :
 - <https://www.iana.org/assignments/ipv4-address-space/ipv4-address-space.xhtml>
 - Organisation continentale : arin, lacnic, apnic, afrinic, ripe ncc
 - France : AFNIC (dépendant de RIPE NCC)
- Epuisement des adresses IPv4
 - projection pessimiste : 2012, 2014, ... ?

Adresse IPv4

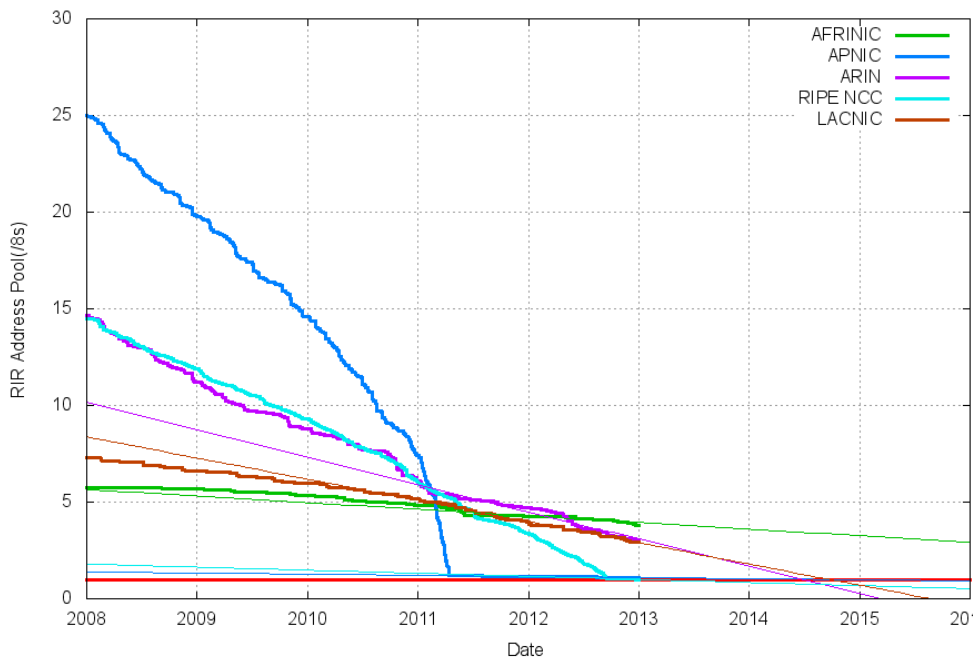
- L'état d'utilisation des adresses IPv4

APPROXIMATE IPV4 ADDRESS SPACE USAGE BY YEAR

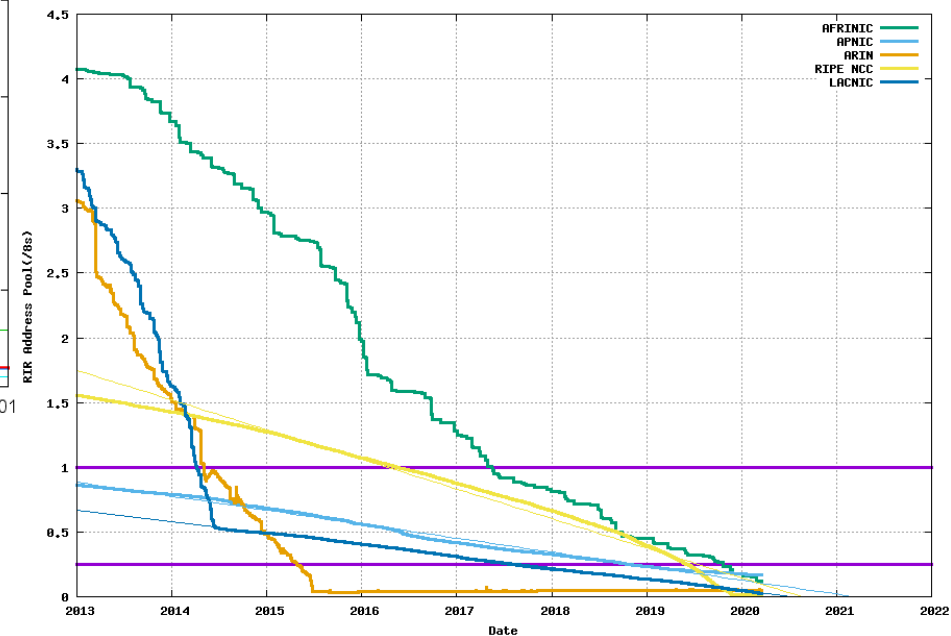
Millions of IPv4 addresses



RIR IPv4 Address Run-Down Model



RIR IPv4 Address Run-Down Model



Adressage IP

- La notation décimale pointée
 - Utilisée par le logiciel dans les interactions avec les utilisateurs, convient aux humains
 - Chacun des 4 octets de l'adresse est représenté par un entier variant de 0 à 255

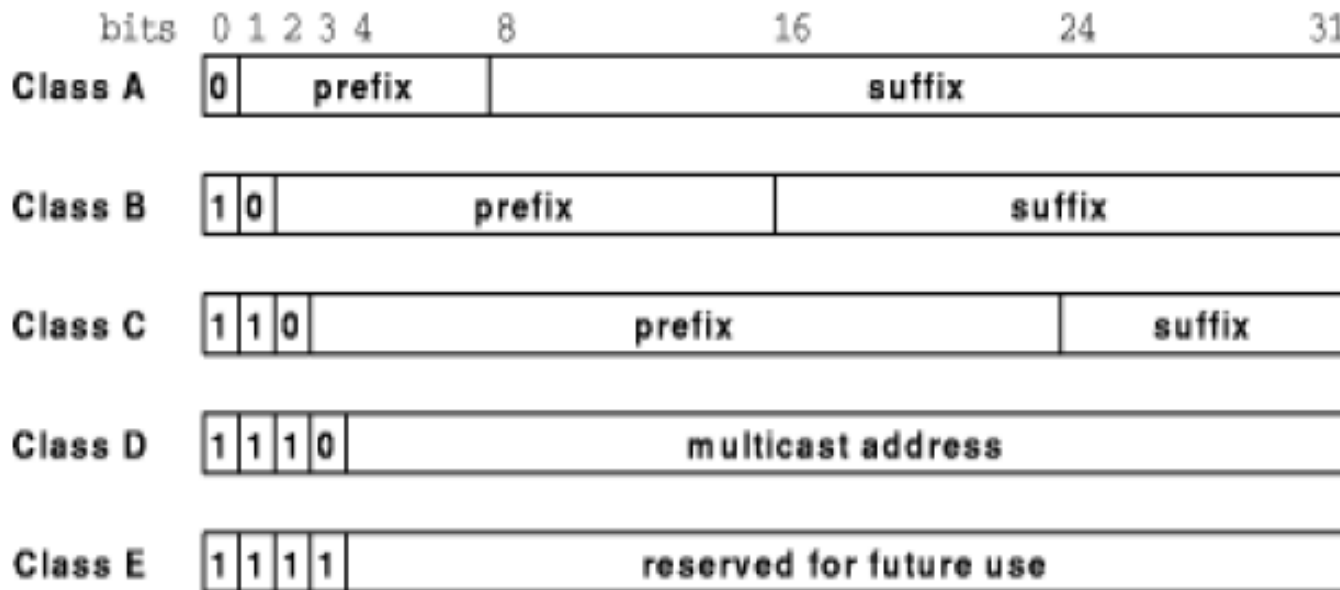
32-bit Binary Number	Equivalent Dotted Decimal
10000001 00110100 00000110 00000000	129 . 52 . 6 . 0
11000000 00000101 00110000 00000011	192 . 5 . 48 . 3
00001010 00000010 00000000 00100101	10 . 2 . 0 . 37
10000000 00001010 00000010 00000011	128 . 10 . 2 . 3
10000000 10000000 11111111 00000000	128 . 128 . 255 . 0

Adressage IP

- Quelle taille pour le préfixe et le suffixe ?
- Réponse : la taille des réseaux
- Les adresses IP sont divisées en 3 classes primaire
 - A, B et C
- Et 2 classes secondaires
 - D et E
- Les 4 premiers bits des 4 octets spécifient la classe à laquelle appartient l'adresse
- Les classes sont décomposables en sous-réseaux

Adressage IP

- Les 5 classes d'adresses IP

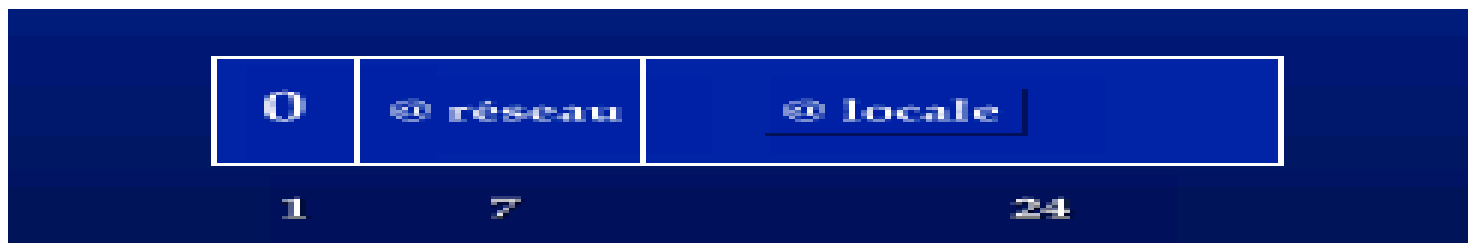


Adressage IP

- 2 parties
 - adresse réseau, assignée par une autorité
 - adresse machine, assignée par l'administrateur du réseau
- Classification
 - classes A, B, C
 - classes D et E

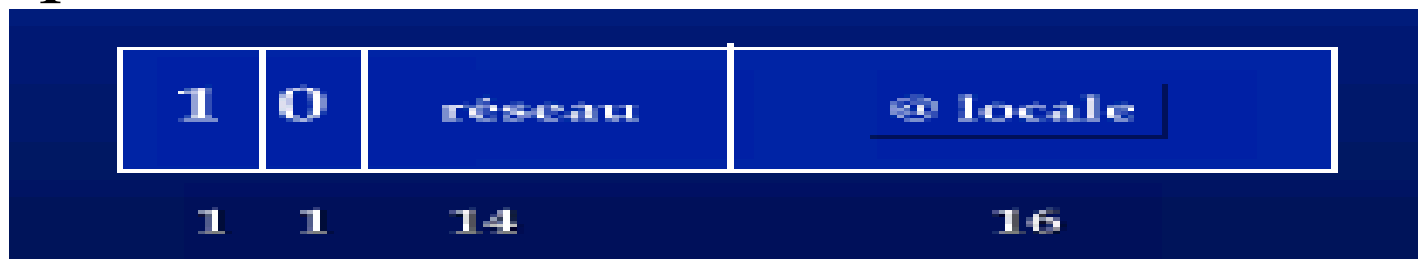
Adresses IP : classe A

- N.H.H.H : ex.: 16.0.0.0
- 7 bits (8) pour le numéro de réseau
 - 1.0.0.0 à 126.0.0.0
- 24 bits pour l'adressage local
 - $2^{24} - 2$ adresses locales possibles
- épuisée sauf /xx



Adresses IP : classe B

- N.N.H.H : ex.: 129.88.0.0
- 14 bits (16) pour le numéro de réseau
 - 128.0.0.0 à 191.255.0.0
- 16 bits pour l'adressage local
 - $2^{16} - 2$ adresses locales possibles
- épuisée sauf /xx



Adresses IP : classe C

- N.N.N.H : ex.: 193.55.218.0
- 21 bits (24) pour le numéro de réseau
 - 192.0.0.0 à 223.255.255.0
- 8 bits pour l'adressage local
 - $2^8 - 2$ adresses locales possibles
- quasi épuisée sauf /xx



Adresses IP : classe D

Adresses de multicast

- transmission point à multipoint (ex visio conf)

Réseaux de 224 à 239 : ex.: 239.0.0.1

Pas de structuration

- car utilisée de façon très spéciale, ponctuelle, sans organisation de gestion



Adresses IP : classe E

- Expérimentale, pas utilisée !
- Réseaux de 240 à 254

Adresses IP : particularités

- Soi même : 127.0.0.0 (loopback, localhost)
 - communication interprocessus sur une machine
- Réseau : tous les bits partie machine à 0
 - 193.55.218.0 désigne le réseau 193.55.218
- Diffusion : tous les bits partie machine à 1
 - diffusion ou broadcast IP
 - 193.55.218.255 désigne toutes les machines du réseau 193.55.218
- Pas d 'adresse : tous les bits à 0
 - 0.0.0.0 : la machine ne connaît pas son adresse

Adresses IP : révisions

- A quelle classe appartiennent :
 - 192.50.140.4 ?
 - 10.220.7.9 ?
 - 11.50.100.6 ?
 - 172.16.200.2 ?
 - 140.50.60.9 ?
 - 192.168.220.1 ?
 - 239.10.10.1 ?