

Chapitre 5 : Éléments de la couche réseau



Couche réseau

Principaux objectifs de la couche réseau

- Adressage logique ✓

- Routage ✓

- Gestion de la connexion réseau

- Contrôle et gestion des erreurs

- Contrôle et gestion de flux

1. Protocole IP

Historique

- 1969 :
 - ARPA (Advanced Research Project Agency) a créé un réseau de commutation de paquets expérimental ARPANET.

- 1975 :
 - ARPANET passe du stade expérimental au stade opérationnel

- 1983 :
 - TCP/IP a été adopté comme norme militaire
 - DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency) implante TCP/IP dans la version BSD d'Unix.
 - La même année, ARPANET a été scindé en deux réseaux : MILNET et ARPANET.
 - ARPANET + MILNET = INTERNET.

1. Protocole IP

■ But :

- Acheminement des datagrammes d'une machine à une autre par des intermédiaires .
- Adressage logique, indépendant du matériel (distribution supervisée des adresses)
- Routage (comment ces adresses sont elles traitées?)
- Correspondance entre adresse physique et adresse logique (DNS et DHCP)

■ Le protocole IP définie

- La taille de l'unité de donnée, sa structure.
- La fonction de routage, comment les machines et les passerelles doivent traiter les paquets.
- Les messages d'erreur et leurs traitement.

■ L'entête IP contient

- Version, longueur, priorité, durée de vie, @ source et @ destination.
- Options de routage, de traçage, ...

1. Protocole IP

protocole IP définie dans le RFC 791

Fonctionnalités:

- définir les datagrammes IP
- définir le système d'adressage
- router les datagrammes vers les sites distants
- fragmentation et réassemblage des datagrammes
- faire transiter les datagrammes entre la couche transport et la couche réseau

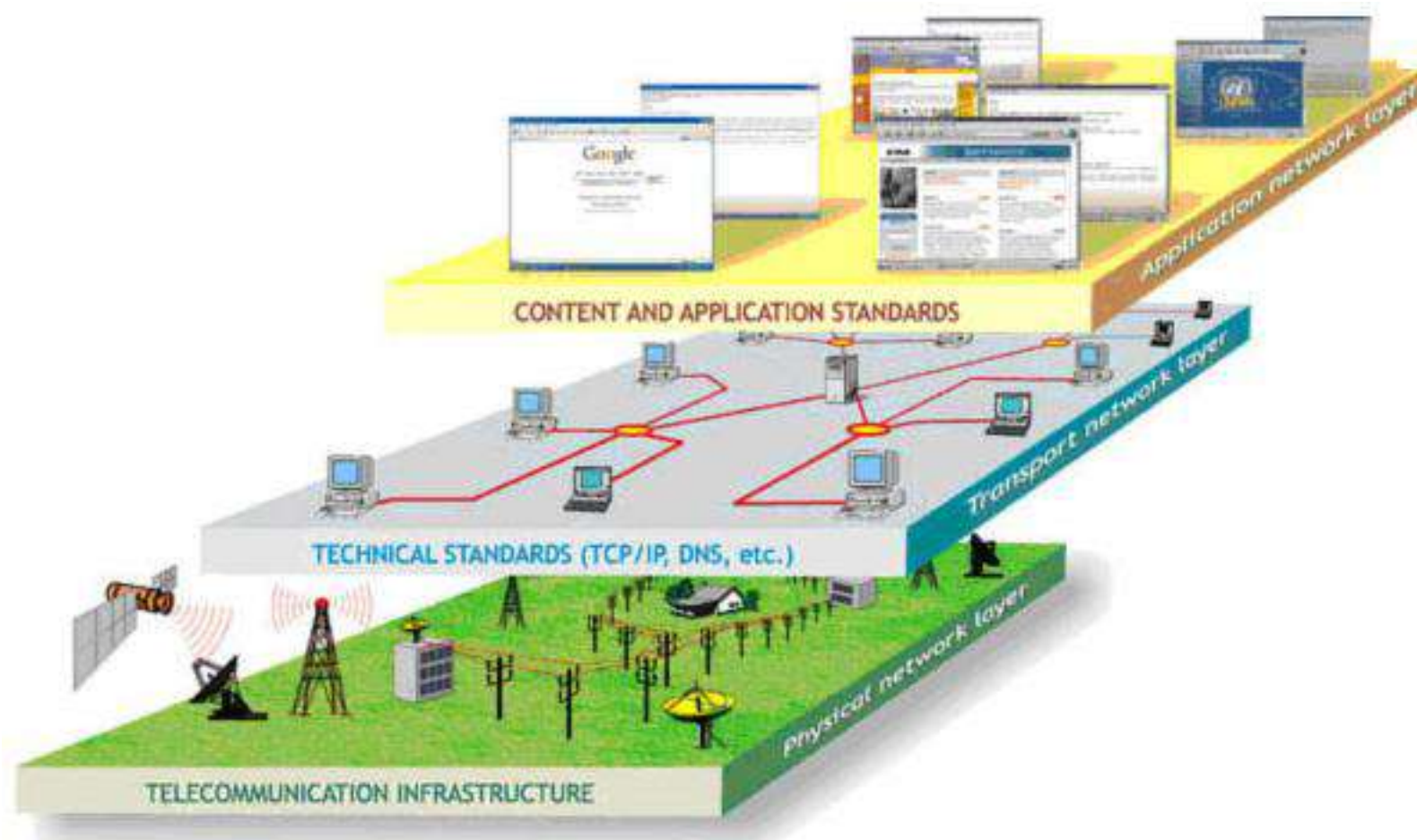
Caractéristiques d'IP:

protocole en mode **non connecté** : IP n'échange pas des informations de contrôle

protocole **non fiable** : pas de détection de pêtes de datagrammes, pas de garantie de bonne livraison

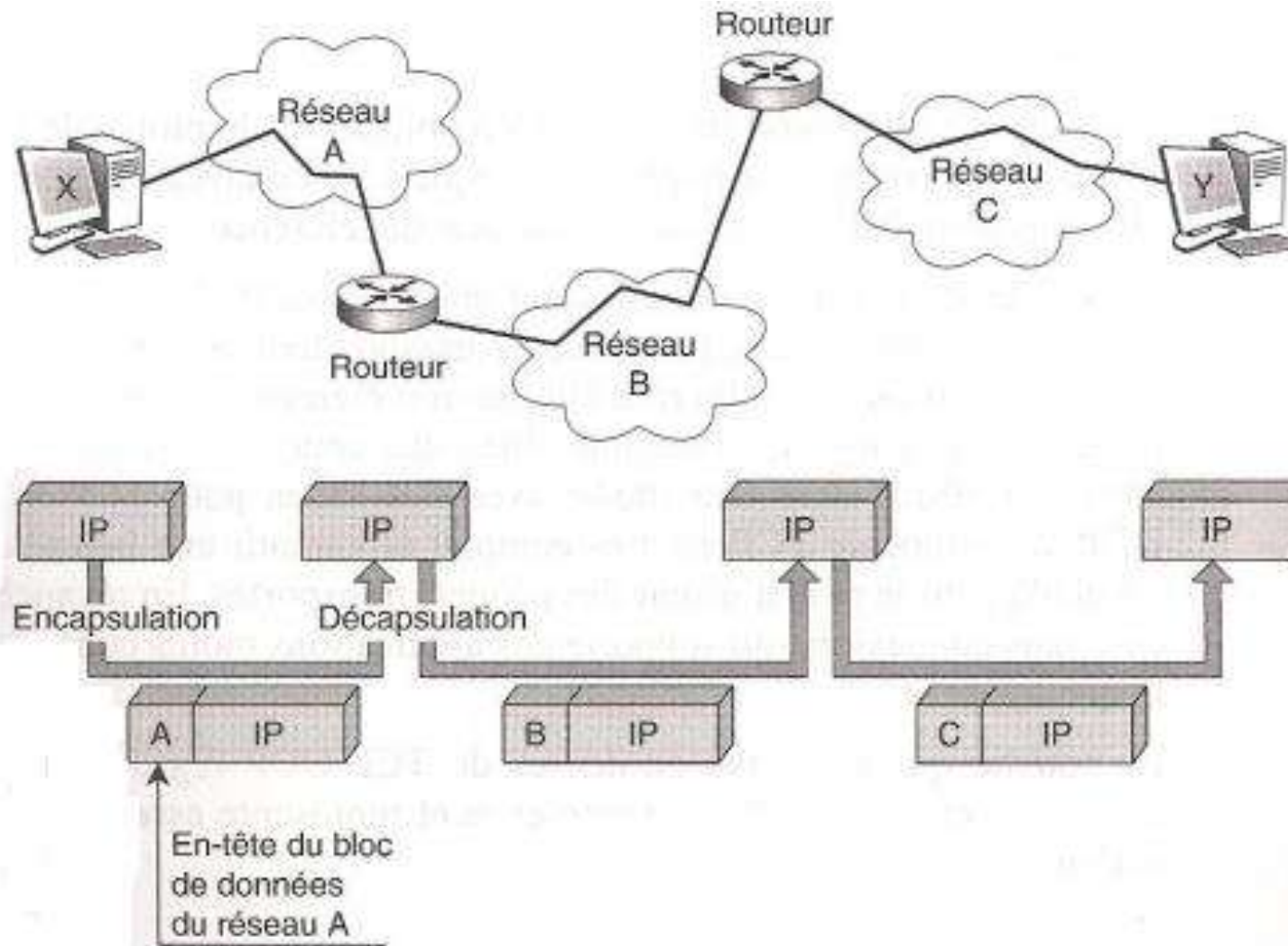
Introduction

Architecture Internet



Introduction

Architecture Internet



Que fait IP (Internet Protocol RFC 791) ?

- **IP réalise essentiellement deux fonctions:**

- 1.-Fournit une adresse à chaque point terminal.

- 2.-Remet les paquets à leurs destinataires en donnant l'impression d'un lien **non-fiabile**, de **meilleur effort** et **point à point**.

Internet Protocol

- Lien **non fiable** car IP ne garantit pas que le paquet arrivera à destination.
- Lien de **meilleur effort** car il n'y a aucune garantie de QoS.
- Lien **point à point** car IP transporte le paquet de son origine à sa destination en consultant des tables de routage.

Internet Protocol

- Puisque IP est indépendant de la couche physique ou liaison, il peut fonctionner sur Ethernet, FDDI, SONET, SDH, CSMA/CA, ALOHA, X25 et ISDN. On verra même que IP peut considérer ATM comme un protocole de la couche liaison (IP sur ATM).

IP Internet Protocol

- Acheminement des datagrammes d'une machine à une autre par des intermédiaires .
- Adressage logique, indépendant du matériel (distribution supervisée des adresses)
- Routage (comment ces adresses sont elles traitées?)
- Correspondance entre adresse physique et adresse logique (ARP, DNS et DHCP: voir plus loin)

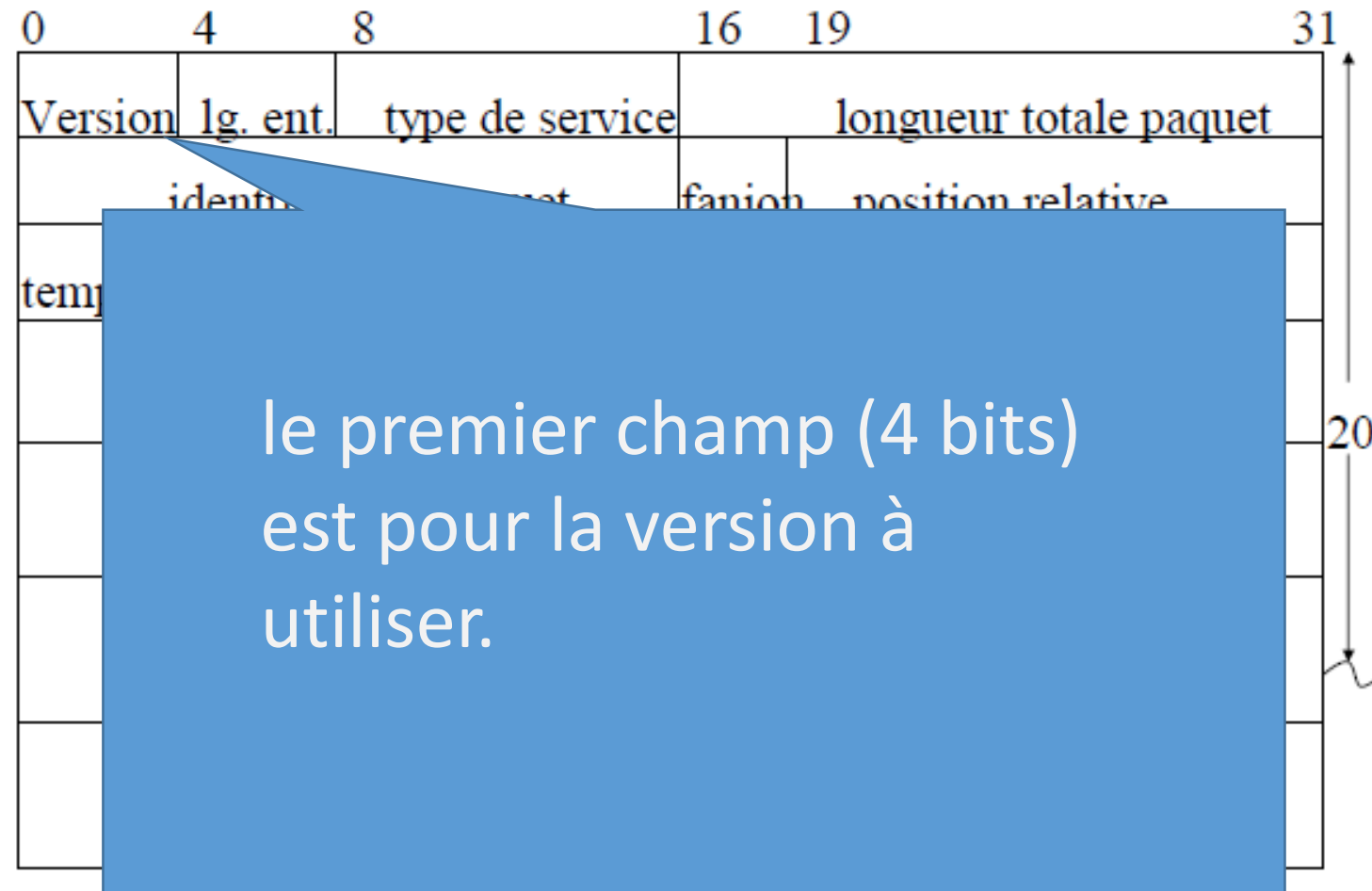
Protocole IP

Anatomie du Datagramme IPv4

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Type de service	Longueur totale			
Identification			Indi- cateurs	Décalage de fragment		
Durée de vie		Protocole	Somme de contrôle d'en-tête			
Adresse IP source						
Adresse IP de destination						
Options IP (s'il y a lieu)					Remplis- sage	
Données						
...						

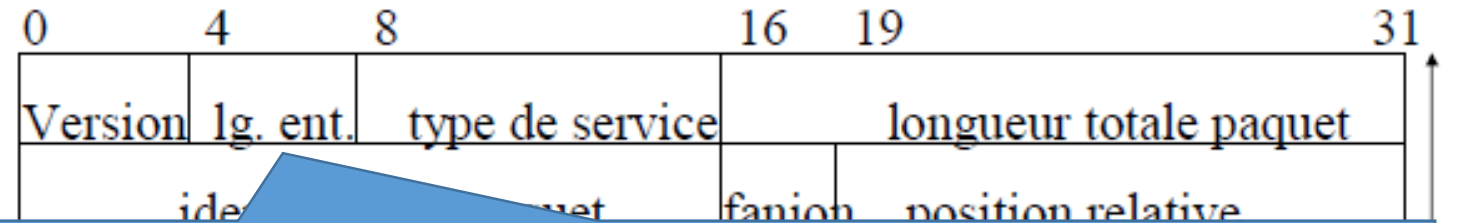
Protocole IP

Anatomie du Datagramme IPv4



Protocole IP

Anatomie du Datagramme IPv4

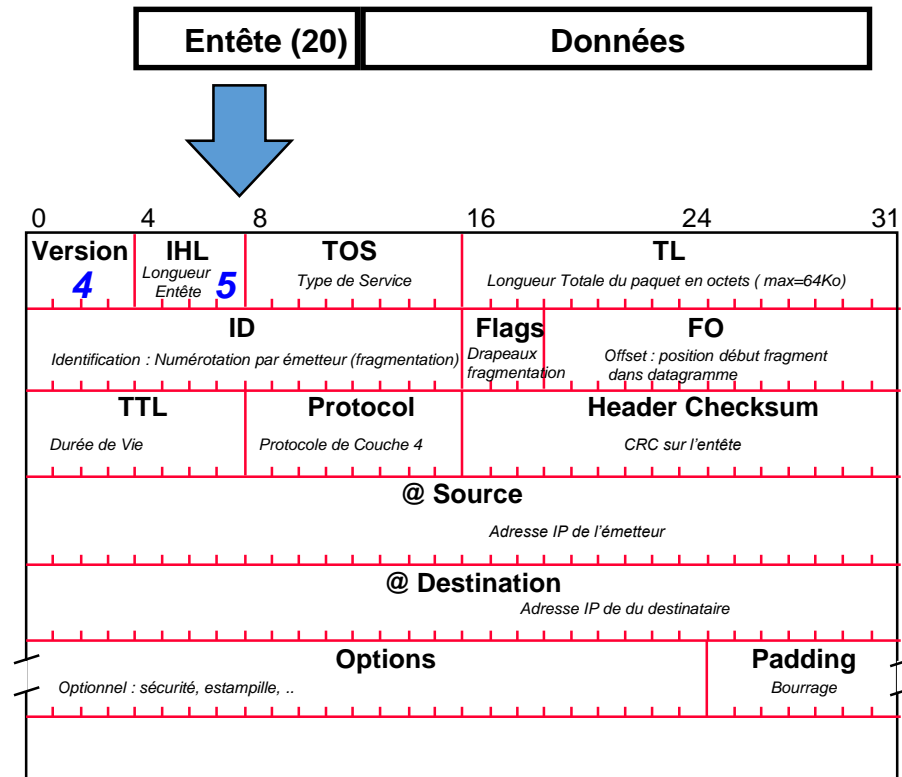


Longueur entête: 4 bits qui donnent la longueur de l'entête en mots de 4 octets (maximum $2^4 - 1 = 15$ mots de 4 octets à 60 octets). La longueur minimale est de 20 octets. ***Ce champs indiquera aux routeurs où commencent les vrais données.***

Protocole IP

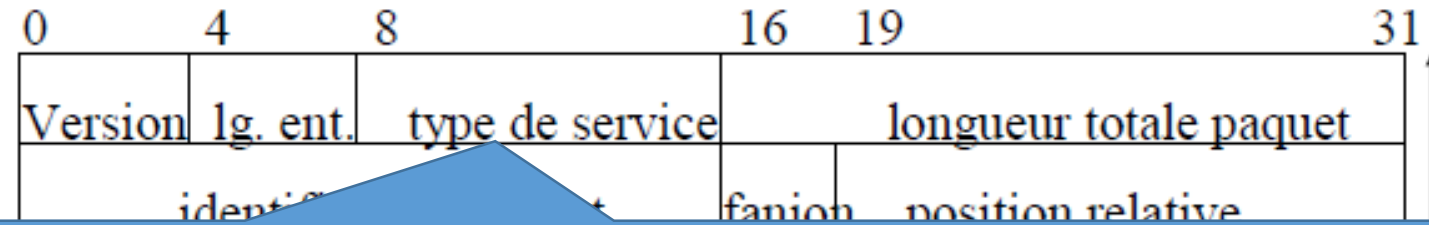
Anatomie du Datagramme IPv4

- Entête + Données
- Entête
 - Version : 4 et IHL
5 mots de 4 octets en général
 - ID, Flags, FO
00 00 si pas de fragmentation
 - Protocol (niveau 4)
6 TCP, 17 UDP, ...
 - Habituellement
l'entête débute par : 45 00
 - @Source / @Destination



Protocole IP

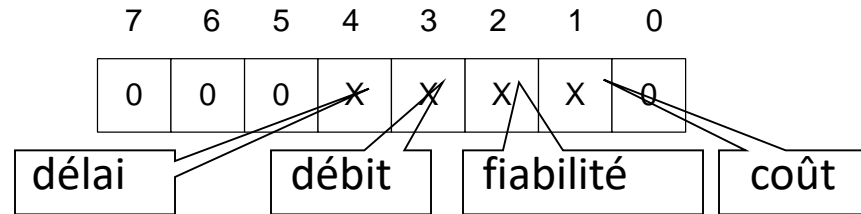
Anatomie du Datagramme IPv4



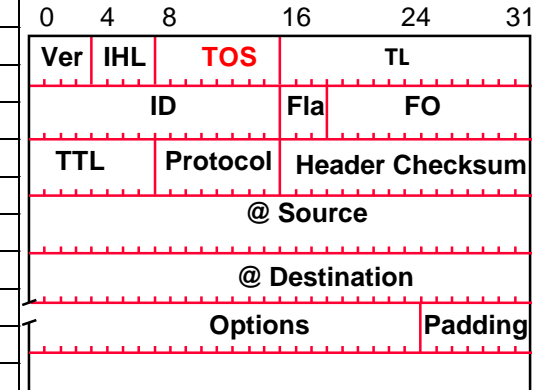
Type de service: permet de choisir une QS pour les paquets. Dans la pratique, ce champs est ignoré.

Protocole IP

Champ TOS : Type Of Service (rfc 1340; 1349)

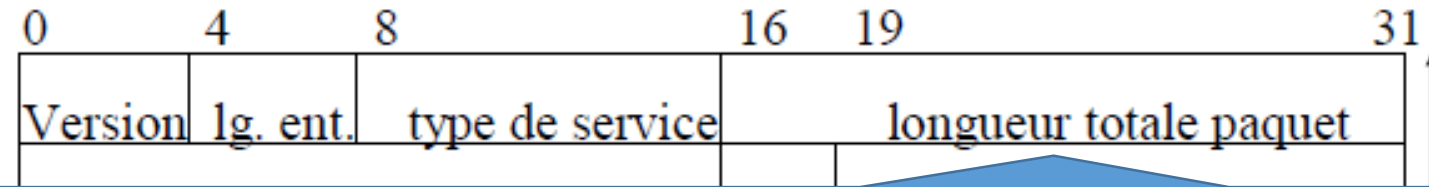


Application	Minimise le délai	Maximise le débit	Maximise la fiabilité	Minimise le coût monétaire	Valeur
Telnet/Rlogin	1	0	0	0	0x10
FTP					
contrôle	1	0	0	0	0x10
données	0	1	0	0	0x08
toute donnée brute	0	1	0	0	0x10
TFTP	1	0	0	0	0x10
SMTP					
Phase de commande	1	0	0	0	0x10
Phase de données	0	1	0	0	0x08
DNS					
question UDP	1	0	0	0	0x10
question TCP	0	0	0	0	0x00
transfert de zone	0	1	0	0	0x08
ICMP					
erreur	0	0	0	0	0x00
question	0	0	0	0	0x00
tout IGP	0	0	1	0	0x04
SNMP	0	0	1	0	0x04
BOOTP	0	0	0	0	0x00
NNTP	0	0	0	1	0x02



Protocole IP

Anatomie du Datagramme IPv4



- **Longueur du datagramme:** ces 16 bits donnent la longueur du datagramme en octets. Le maximum est 65535 octets.

Protocole IP

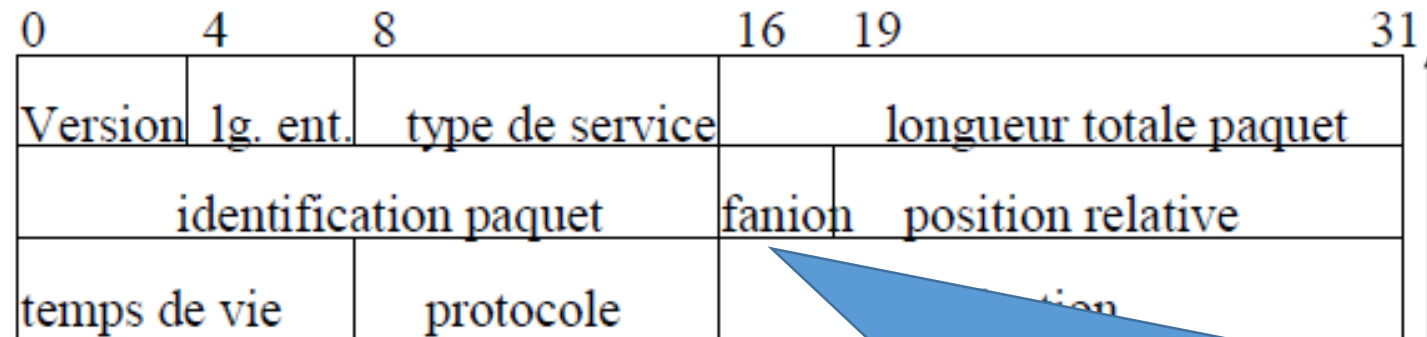
Anatomie du Datagramme IPv4

0	4	8	16	19	31
Version	lg. ent.	type de service	longueur totale paquet		
identification paquet			fanion	position relative	
temps de v			vérification		

Identification: identifie à quel paquet le fragment qui vient d'arriver appartient. Tous les fragments d'un même datagramme ont le même numéro dans ce champ.

Protocole IP

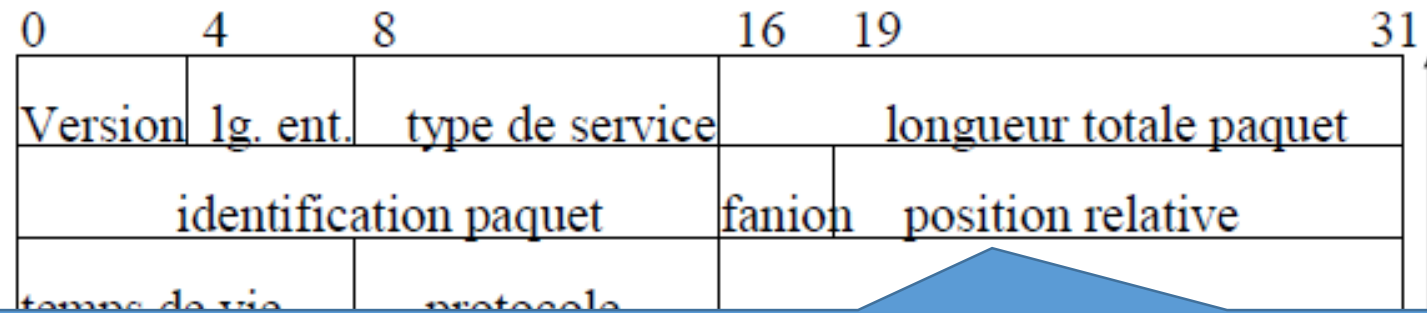
Anatomie du Datagramme IPv4



Fanion.- Est composé d'un bit non-utilisé et des bits D (don't fragment), M (more fragment). Si D est allumé il ne faudra pas fragmenter le paquet. Si M est allumé, cela indique qu'il y a d'autres fragments (si =0, c'est le dernier fragment).

Protocole IP

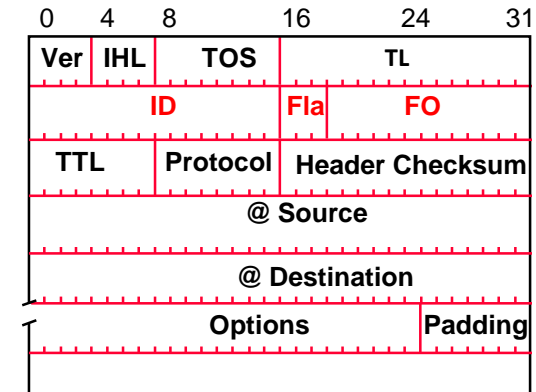
Anatomie du Datagramme IPv4



Position relative: indique la position relative du fragment dans le datagramme. Ce champ servira à réassembler le datagramme.

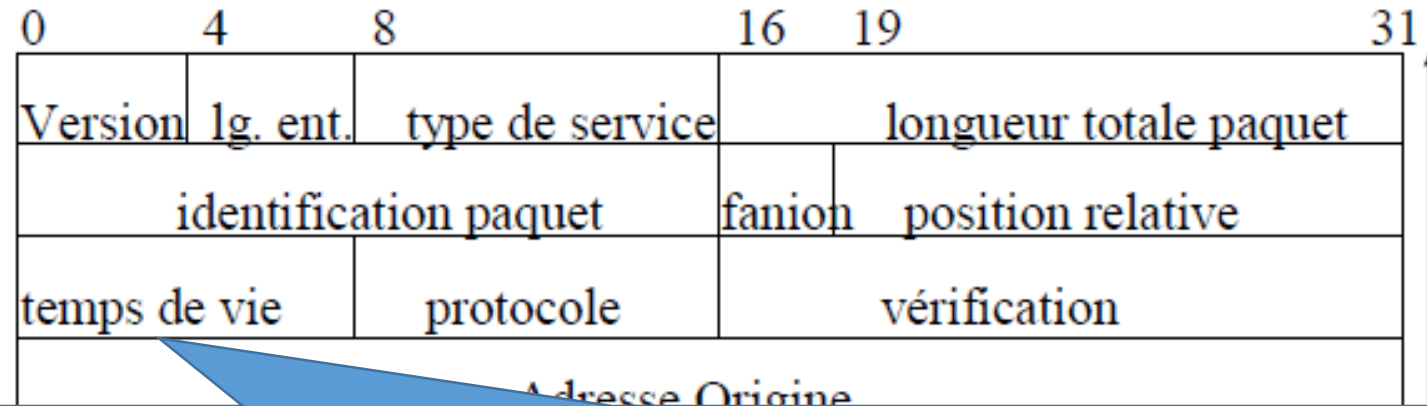
Identification et Fragmentation

- Fragmentation = $f(\text{mtu})$
- Jamais réassemblé avant l'arrivée
- Identification recopié dans les datagrammes fragmentés
- Fla (X/DF/MF):
 - 1 bit : more fragment (tous sauf le dernier)
 - 1 bit : don't fragment
- OF : OffSet de chaque fragment par rapport au début
- Taille du fragment est recalculée(multiple de 8 octets)



Protocole IP

Anatomie du Datagramme IPv4

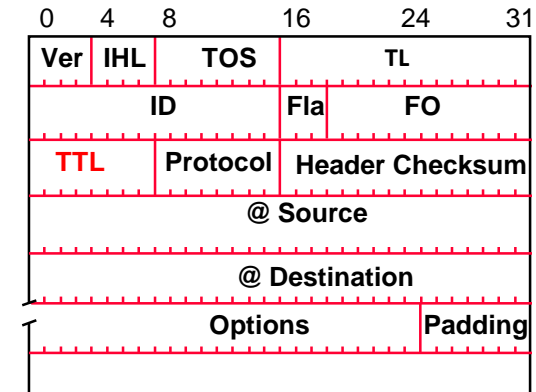


Temps de vie: ce champs indique quand un paquet devient trop vieux et doit être détruit. Ceci est fait pour éviter des loops qui se forment et causent des problèmes de routage.

Protocole IP

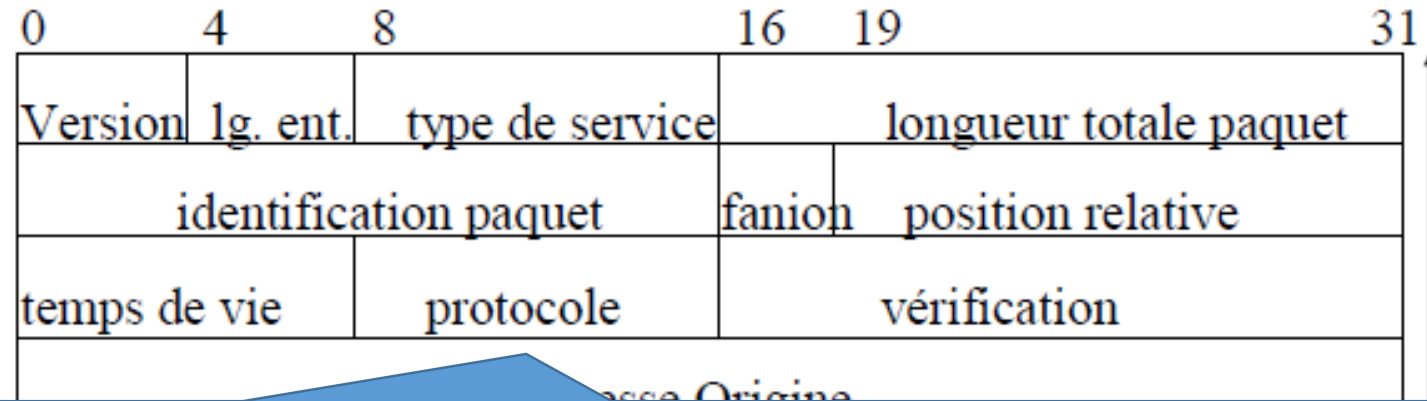
TTL

- Time To Live :
 - A quoi sert ce champs?



Protocole IP

Anatomie du Datagramme IPv4



ce champ indique le protocole à
qui IP va passer le paquet
(typiquement TCP ou UDP)

Protocole IP

Champ protocole

- Démultiplexage

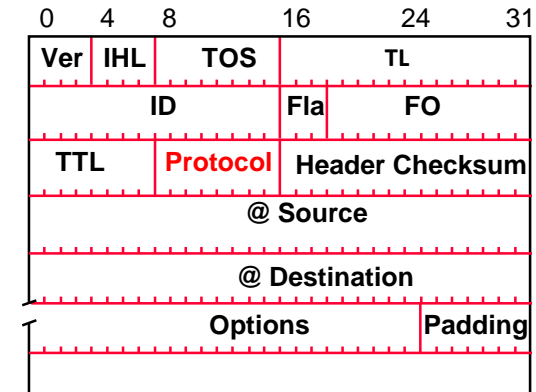
17 UDP

6 TCP

1 ICMP

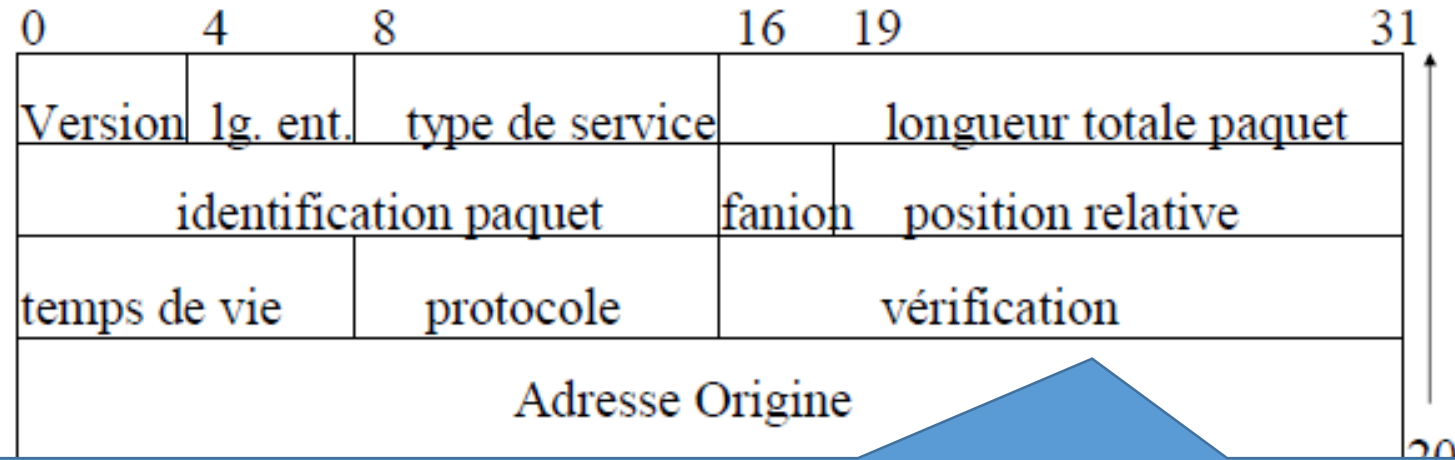
8 EGP

89 OSPF



Protocole IP

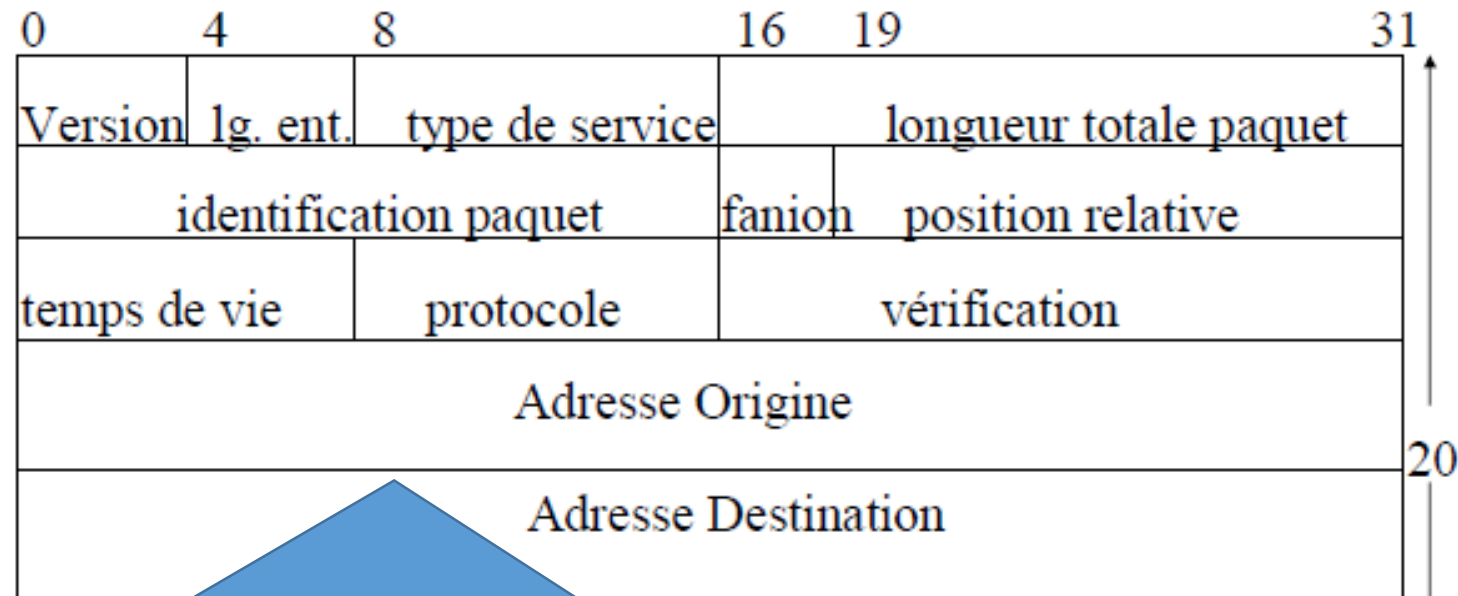
Anatomie du Datagramme IPv4



Vérification: une vérification de l'entête est faite pour trouver les paquets corrompus.

Protocole IP

Anatomie du Datagramme IPv4

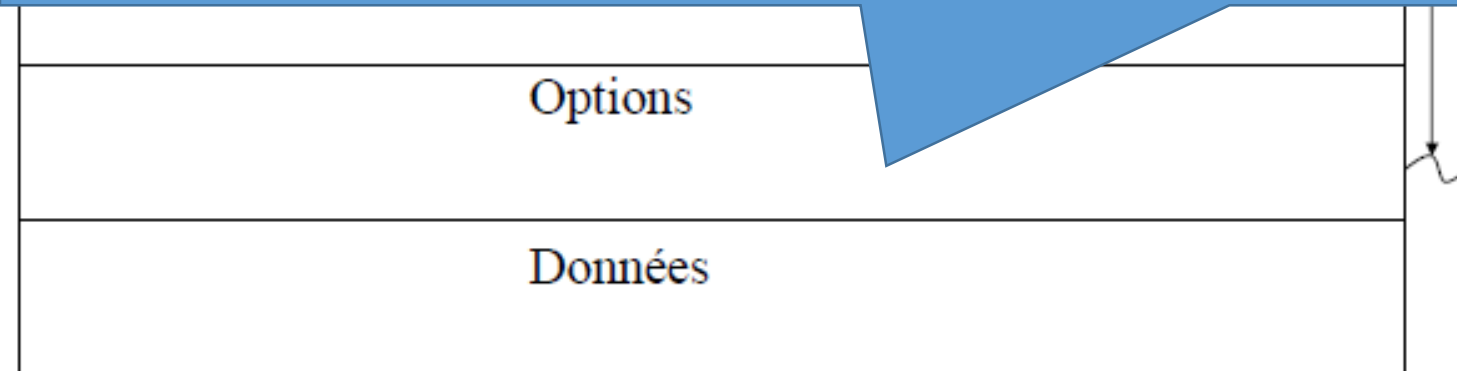


Origine/Destination: ces champs sont utilisés pour déterminer l'adresse de l'origine et de la destination, respectivement.

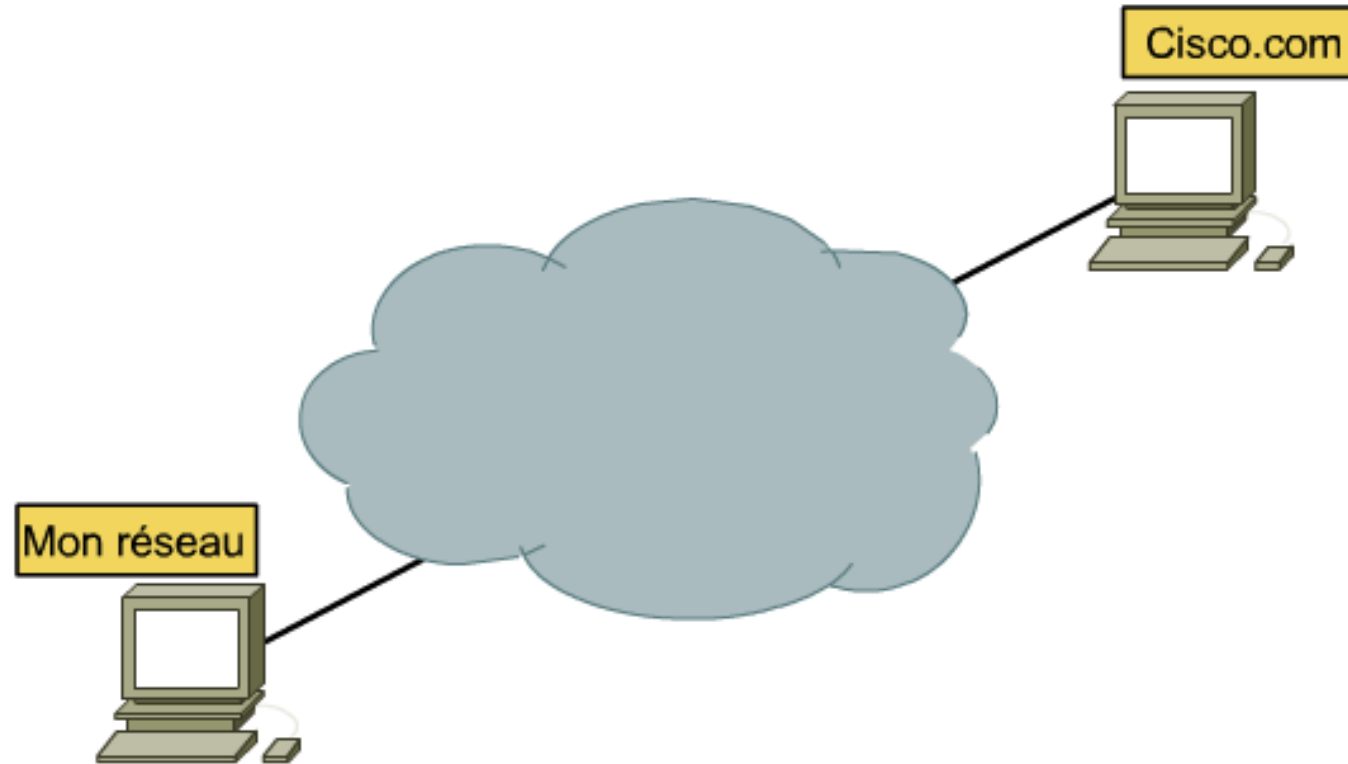
Protocole IP

Anatomie du Datagramme IPv4

Champs d'options: ils ont été créés pour permettre au protocole de traiter des cas spéciaux. Chaque option commence avec un byte qui indique l'option.



Communication entre les réseaux



Comment établir une communication ?

Adressage IP

De quoi a-t-on besoin pour acheminer les données ?

- 1- Adresse / Nom de la machine
- 2- Route

2 types d'adresses IP ?

Adresses privées
Attribuées par
l'administrateur ,
**usage interne
seulement !**

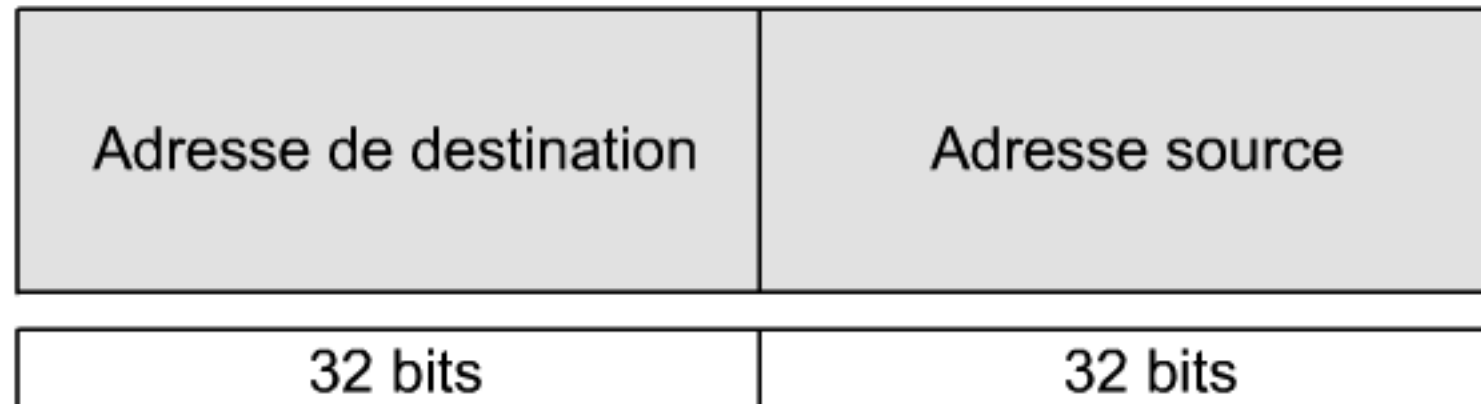
Adresses publiques
Délivrées par une structure
mondiale (ICANN :Internet
Corporation for Assigned
Names and Numbers),
Unicité garantie !

Adressage IP

Principe d'adressage IP

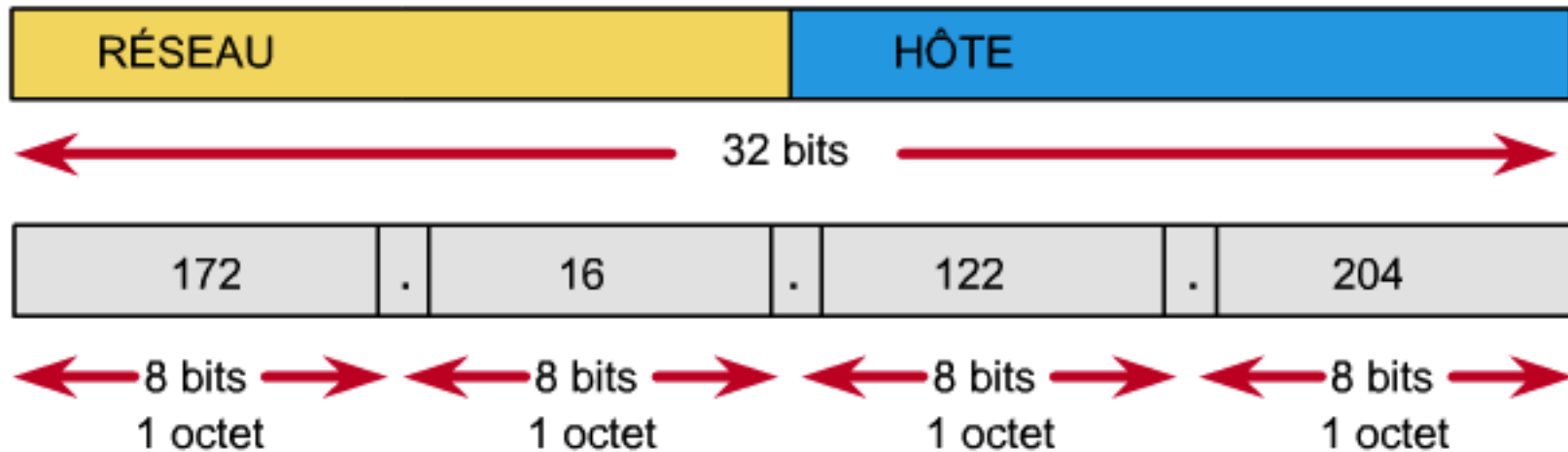
Les échanges se basent sur la consultation continue des adresses source et destination de chaque Datagramme.

Adresses sources et de destination



Adressage IP

Structure d'une adresse IP



Principales formes d'adresses

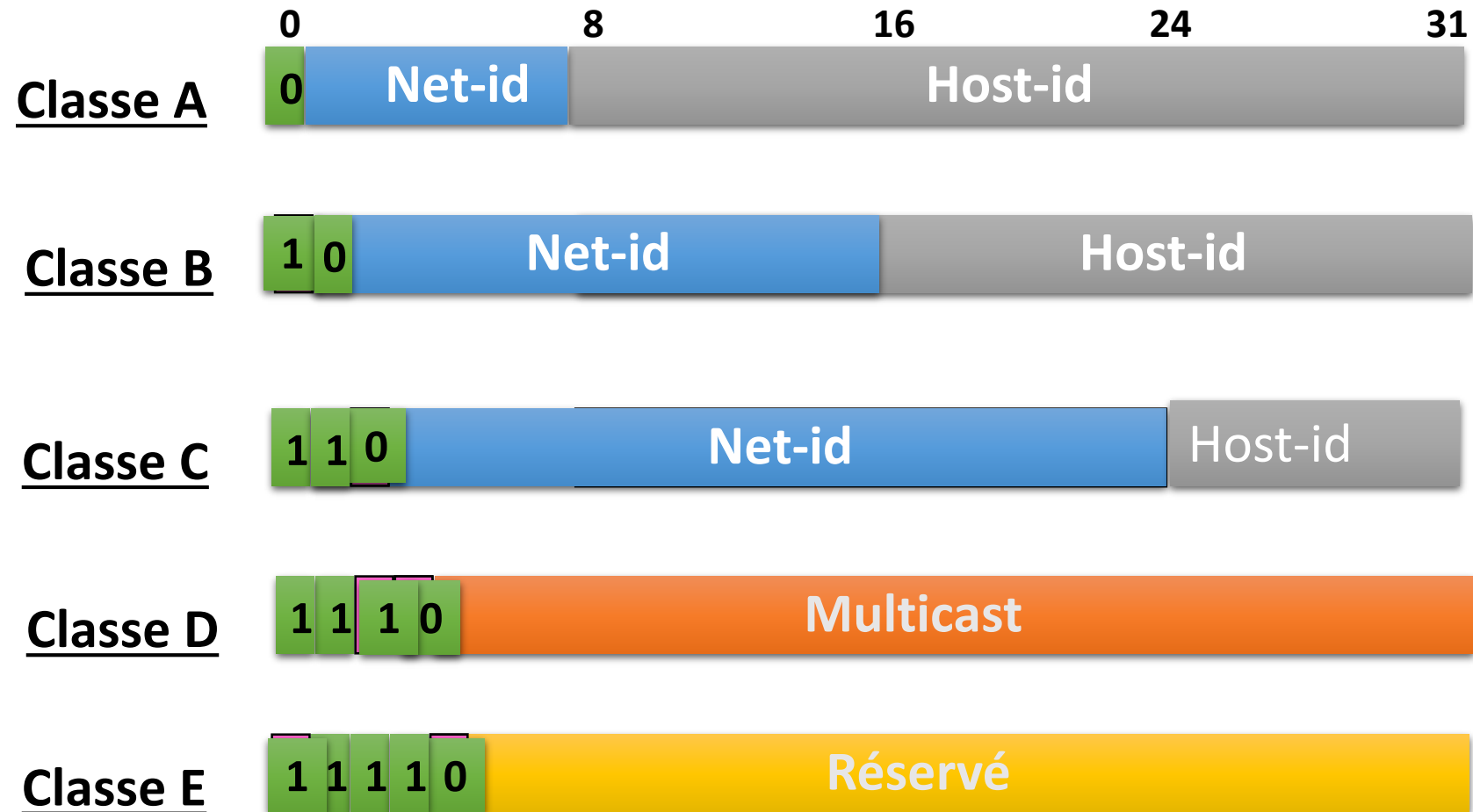
Classe A Un octet réseau, trois octets d'hôtes.

Classe B Deux octets réseau, deux octets d'hôtes.

Classe C Trois octets réseau, un octet d'hôte.

Adressage IP

Classes d'adresses



Adressage IP

Afin de convertir des adresses IP décimales en nombres binaires, vous devez connaître la valeur décimale de chacun des 8 bits de chaque octet. Le bit le plus à gauche de l'octet représente la valeur 128. Cette valeur diminue de moitié à chaque déplacement vers la droite jusqu'à la valeur de 1 à l'extrême droite de l'octet. La conversion ci-dessous n'illustre que le premier octet.

Exemple :

Convertissez le premier octet de 192.57.30.224 au format binaire.

128	+64	+0	+0	+0	+0	+0	+0	=192
2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
1	1	0	0	0	0	0	0	=11000000

Adressage IP

Exemples

- Classe A [1.x.x.x ; 126.x.x.x]

$2^7 - 1 = 127$ réseaux

$2^{24} - 2 = 16,7$ millions d'hôtes / réseau

- Classe B [128.x.x.x ; 191.x.x.x]

$2^{14} = 16\,384$ réseaux

$2^{16} - 2 = 65534$ hôtes / réseau

- Classe C [192.x.x. ; 223.x.x.x]

$2^{21} = 2$ millions de réseaux

$2^8 - 2 = 254$ hôtes / réseau

Classe D : spéciale utilisée pour le multicast (RFC 1112)

Classe E : expérimentale, RFC 1700

Exemples

Nombre d'hôtes adressables théoriquement

$$254 \times 16777212 + 16384 \times 65534 + 2097152 \times 254$$

$$= 3737091588 \text{ }^{10}$$

Adresses particulières

0.0.0.0 : Hôte inconnu, sur le réseau

255.255.255.255 : Tous les hôtes

127. 0.0.1 : boucle locale (machine elle même)

Adressage IP

Exemple : Donner le masque de chacune des adresses ?

- 222.11.25.50
- 10.255.14.18
- 192.14.231.0
- 140.14.12.56
- 200.34.45.256
- 24.254.14.28

Adressage IP

Adresses spéciales

- Host-Id = 00000...000 -> Réseau
- Host-Id = 11111...111 -> Broadcast
- 127.x.x.x -> loopback

Selon la RFC 1918 les plages d'adresses :

- 10.0.0.0 à 10.255.255.255 -> privé
- 172.16.0.0 à 172.31.255.255 -> privé
- 192.168.0.0 à 192.168.255.255 -> privé

Sous-réseaux et masques ?

Un **sous-réseau** est une subdivision logique d'un réseau de taille plus importante.

Le **masque** de sous-réseau permet de distinguer la partie de l'adresse utilisée pour le routage de celle utilisée pour la segmentation du réseau.

