

INTERNET :

introduction et

adressage

Plan

1. Introduction à L'INTERNET: Historique et définitions
2. Protocole IP : Adressage
3. Protocole NAT : translation des addresses IP
4. Protocole ARP : Résolution d'addresses
5. Protocole DHCP: configuration automatique
6. Protocole DNS : nommage des ressources internet
7. Protocole ICMP : contrôle des erreurs

Bibliographie

- **TCP/IP : Principes, protocoles et Architecture**
Douglas E .Comer, Prentice Hall - 4ème édition - 754 pages
- **TCP/IP Illustré vol. 1, 2 et 3**
W. Richard Stevens, Addison-Wesley 1996
- **Routage dans l'Internet**
Christian Huitema, Prentice Hall - 2ème édition - 384 pages
- **Réseaux locaux et Internet : Des protocoles à l'interconnexion**
Laurent toutain, Hermès - 2 ème édition - 732 pages

Historique

- 1969 : Début du réseau (D)ARPANET (4 calculateurs)
- DARPA = Defense Advanced Research Projects Agency
- 1972 : Démonstration de ARPANET
 - IMP - Interface Message Processor - mode connecté (X.25)
 - NCP - Network Control Program – non connecté (ancêtre de TCP)
- 1977-1979 : Les protocoles TCP/IP prennent leur forme définitive,
- 1980 - L'université de Berkeley intègre TCP/IP dans Unix (BSD)
- 1980 - janvier 1983 : Tous les réseaux raccordés à ARPANET sont convertis à TCP/IP

Historique (2)

- 198x – TCPIP devient le Standard de facto pour l'interconnexion de réseaux hétérogènes,
- 1988 – Mise en place du Backbone de la NSFnet (12 réseaux régionaux)
- 1992 – EBone et RENATER
- 199x - explosion de l'offre et de la demande de services Internet y compris pour les particuliers
- 1995 – Arrêt du Backbone NSFnet
 - Mise en œuvre des NAPs (Network Access Points)
- 200x – Internet nouvelle génération

Qu'est ce qu'Internet ?

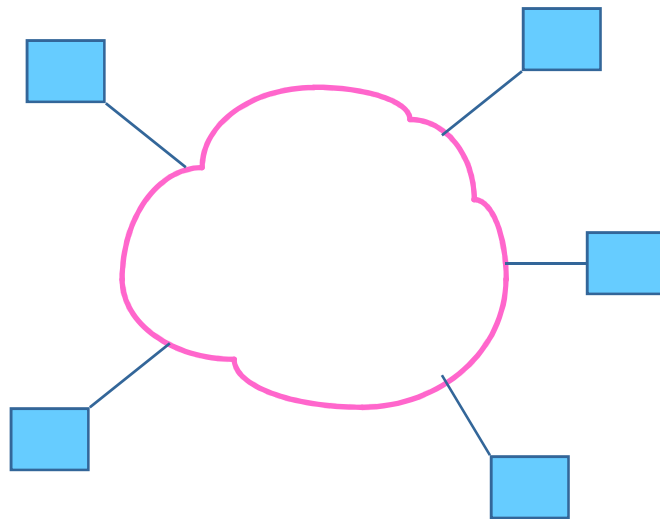
3 définitions

1. Une **famille de protocoles** de communication, appelée :
 - TCP / IP : Transmission Control Protocol / Internetworking Protocol,
 - ou Internet Protocol Suite,
2. Un **réseau mondial** constitué de milliers de réseaux hétérogènes, et interconnecté au moyen des protocoles TCP/IP :
 - Réseaux locaux d'agences gouvernementales, institutions d'éducation, hôpitaux, des commerciaux, ...
 - Réseaux fédérateur de Campus,
 - Réseaux Régionaux, Nationaux, Intercontinentaux (Américains, Européen, EUNET, Ebone, Asiatiques, ...)
3. Une **communauté** de personnes utilisant différents services
 - Courrier électronique, Web, Transfert de fichiers FTP, ...

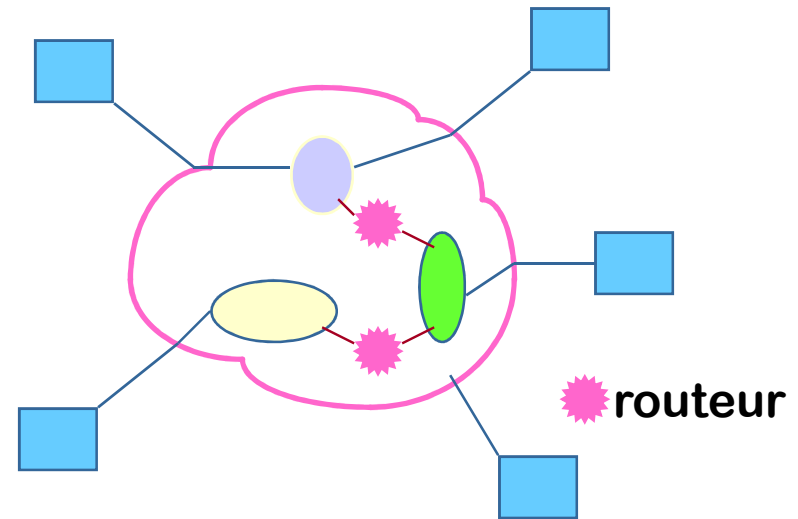
Qu'est ce qu'un Intranet ou Extranet ?

1. **Intranet** : un réseau d'entreprise dans lequel les mêmes technologies et protocoles que l'Internet sont mis en œuvres
 - Routeurs, protocoles TCP/IP, protocoles applicatifs : email, web, ...
2. **Extranet** : un Intranet qui offre des accès distants aux usagers/employés/partenaires de l'entreprise
 - Problème de sécurité

Structure Physique de l'INTERNET



Vue utilisateur



Vue réelle du réseau

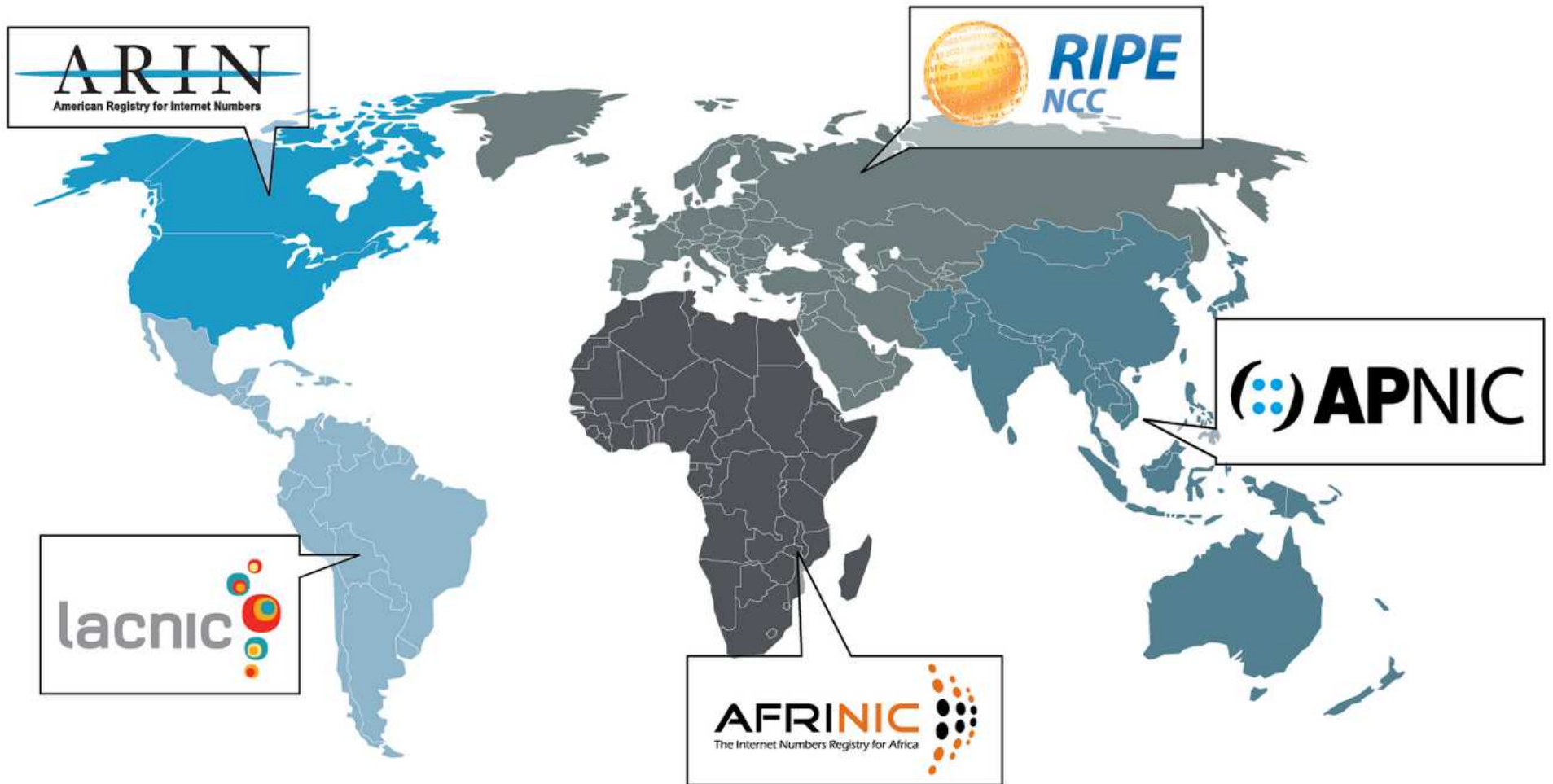
Qui normalise l'Internet ?

- Technologie INTERNET développée par un organisme bénévole : **IETF** (Internet Engineering Task Force) organisé en 8 secteurs de recherche,
- Les normes sont appelées **RFC** (Request For Comment),
 - Exemple : RFC 791 (décrit IP) – RFC 793 (décrit TCP)
 - Documents gratuits accessibles à « www.ietf.org »
- Tout le monde peut proposer un RFC
 - L'IAB (Internet Activities Board) gère le processus d'acceptation des RFC
- les standards sont publiés par une association sans but lucratif l'internet society (1992)

Qui gère Internet

1. Normes techniques : IETF (internet Engineering Task Force)
Les normes sont appelées **RFC** (Request For Comment),
 - Exemple : RFC 791 (décrit IP) – RFC 793 (décrit TCP)
 - Documents gratuits accessibles à « www.ietf.org »
2. Noms de domaines: **ICANN** (USA), RIPE (France)
ICANN : Internet corporation for Assigned Names and Numbers;
3. Adresses IP, N° port, N° AS : **ICANN** depuis décembre 1998;
4. Réseaux : ISP (Internet Service Provider), NSP (Network Service Provider)
5. Fibres : Opérateurs télécoms
6. Serveurs, contenus : tout le monde (particuliers, entreprises, université, ...)

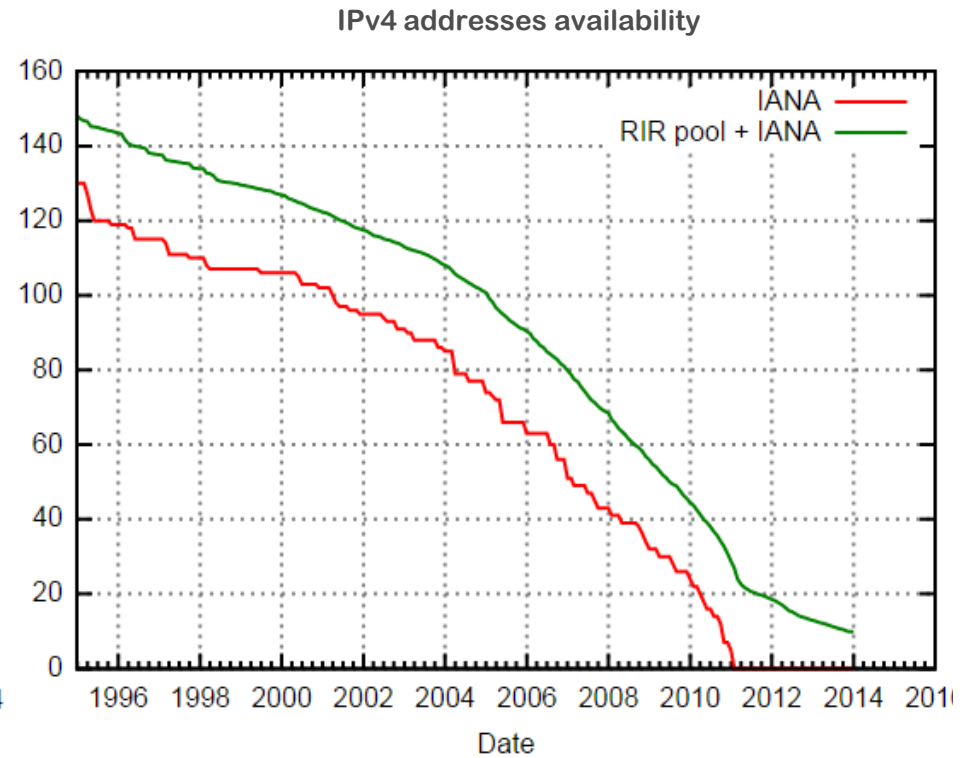
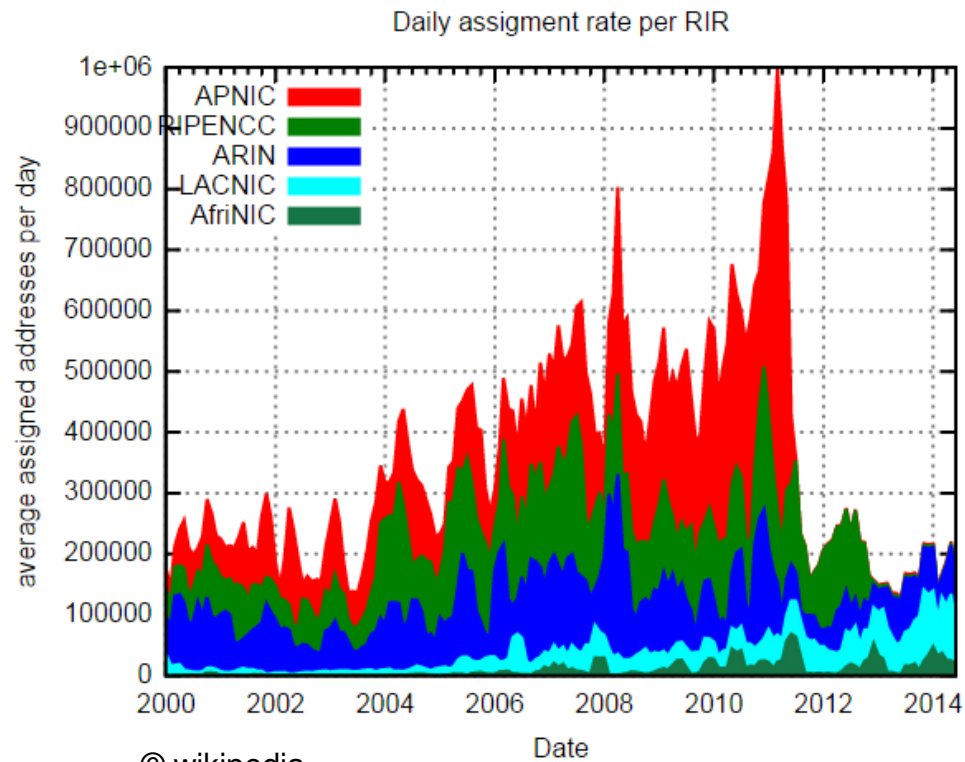
Qui gère Internet



Allocation des Adresses/Noms



Situation des adresses IPv4



Projection de l'épuisement des adresses IPv4











IANA Unallocated Address Pool Exhaustion:

03-Feb-2011

Projected RIR Address Pool Exhaustion Dates:

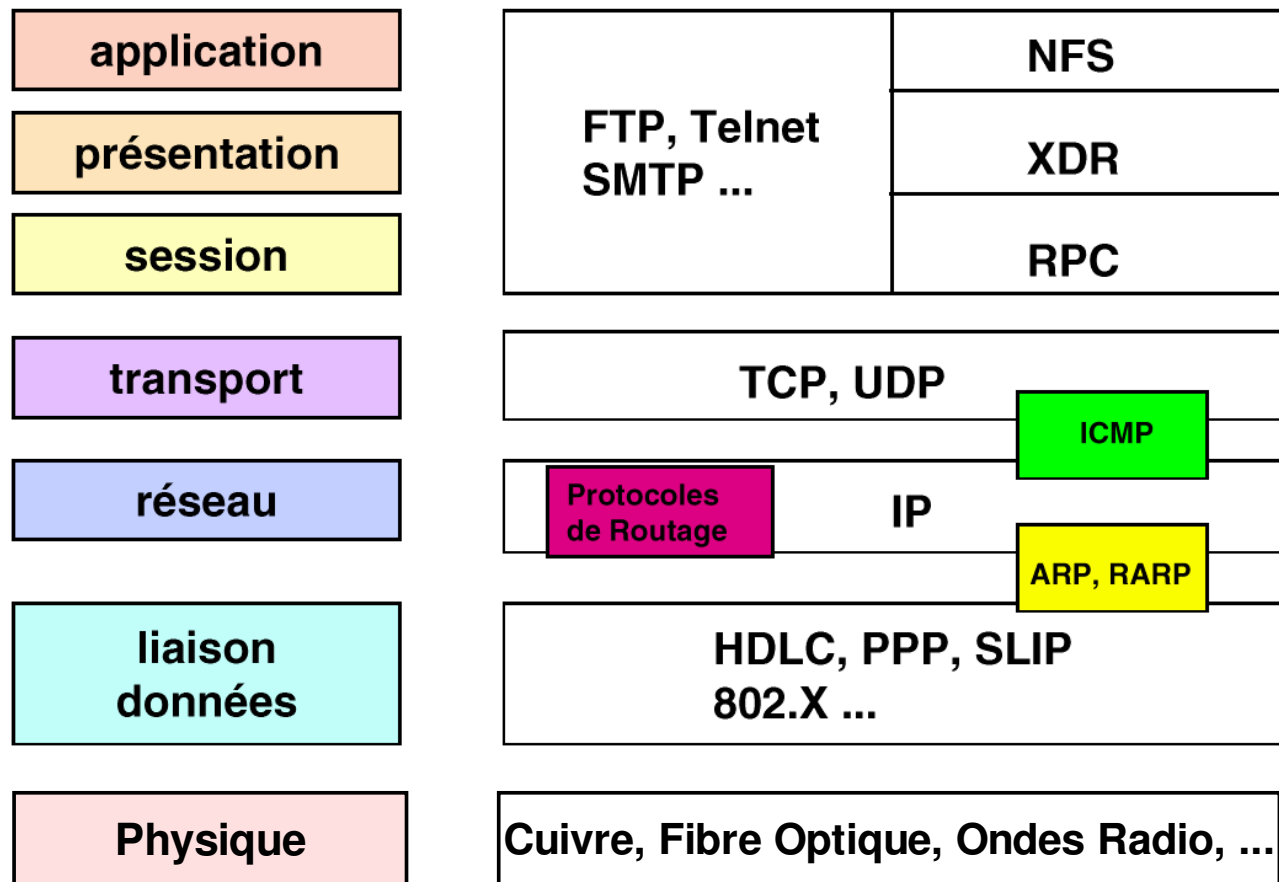
RIR	Projected Exhaustion Date	Remaining Addresses in RIR Pool (/8s)
APNIC:	19-Apr-2011 (actual)	0.7922
RIPE NCC:	14-Sep-2012 (actual)	0.9690
LACNIC:	10-Jun-2014 (actual)	0.2090
ARIN:	19-Apr-2015	0.5635
AFRINIC:	07-Jun-2019	2.9203

Répartition des adresses IPv4

Rank ↕	Country or entity ↕	IP addresses ^[3] ↕	% ↕	Population (mostly 2012) ^[4] ↕	IP addresses per 1000 ↕
	<i>World</i>	4,294,967,296	100.0	7,021,836,029	611.66
1	 United States	1,541,605,760	35.9	313,847,465	4,911.96
	<i>Bogons</i>	875,310,464	20.4		
2	 China	330,321,408	7.7	1,343,239,923	245.91
3	 Japan	202,183,168	4.7	127,368,088	1,587.39
4	 United Kingdom	123,500,144	2.9	63,047,162	1,958.85
5	 Germany	118,132,104	2.8	81,305,856	1,452.93
6	 Korea, South	112,239,104	2.6	48,860,500	2,297.13
7	 France	95,078,032	2.2	65,630,692	1,448.68
8	 Canada	79,989,760	1.9	34,300,083	2,332.06
9	 Italy	50,999,712	1.2	61,261,254	832.50
10	 Brazil	48,572,160	1.1	205,716,890	236.11

© wikipedia

Architecture logicielle TCP/IP



Normes et RFC

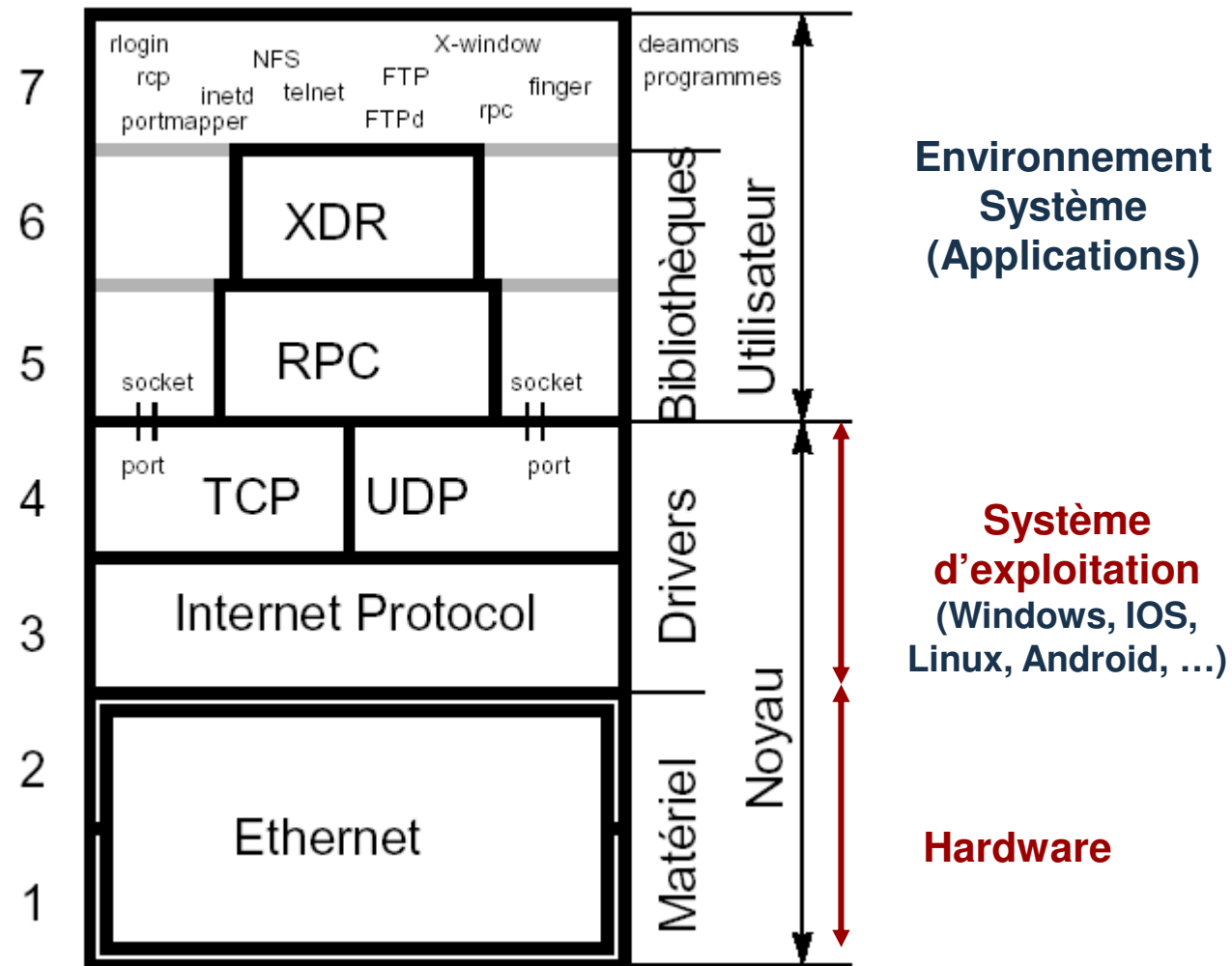
- **RFC** : Request For Comments -> document technique décrivant chaque protocole de l'Internet -> publié par **IETF** (Internet Engineering Task Force)
- Chaque RFC est numéroté et libre d'accès pour évaluation et implémentation
- Couche Liaison :
 - **SLIP** : Serial Line IP RFC 1055
 - **PPP** : Point to Point Protocol RFC 1661
- Couche Réseaux :
 - **IP** : Internetworking Protocol RFC 791 (v4) et RFC 2460 (v6)
 - **ICMP** : Internet Control Message Protocol RFC 792
 - **ARP** : Address Resolution Protocol RFC 826
 - **RARP** : Reverse ARP RFC 903
 - **IGMP** : Internet Group Management Protocol RFC 1112
- Protocoles Transport
 - **UDP** : User Datagram Protocol RFC 768
 - **TCP** : Transport Control Protocol RFC 793

Normes et RFC (suite)

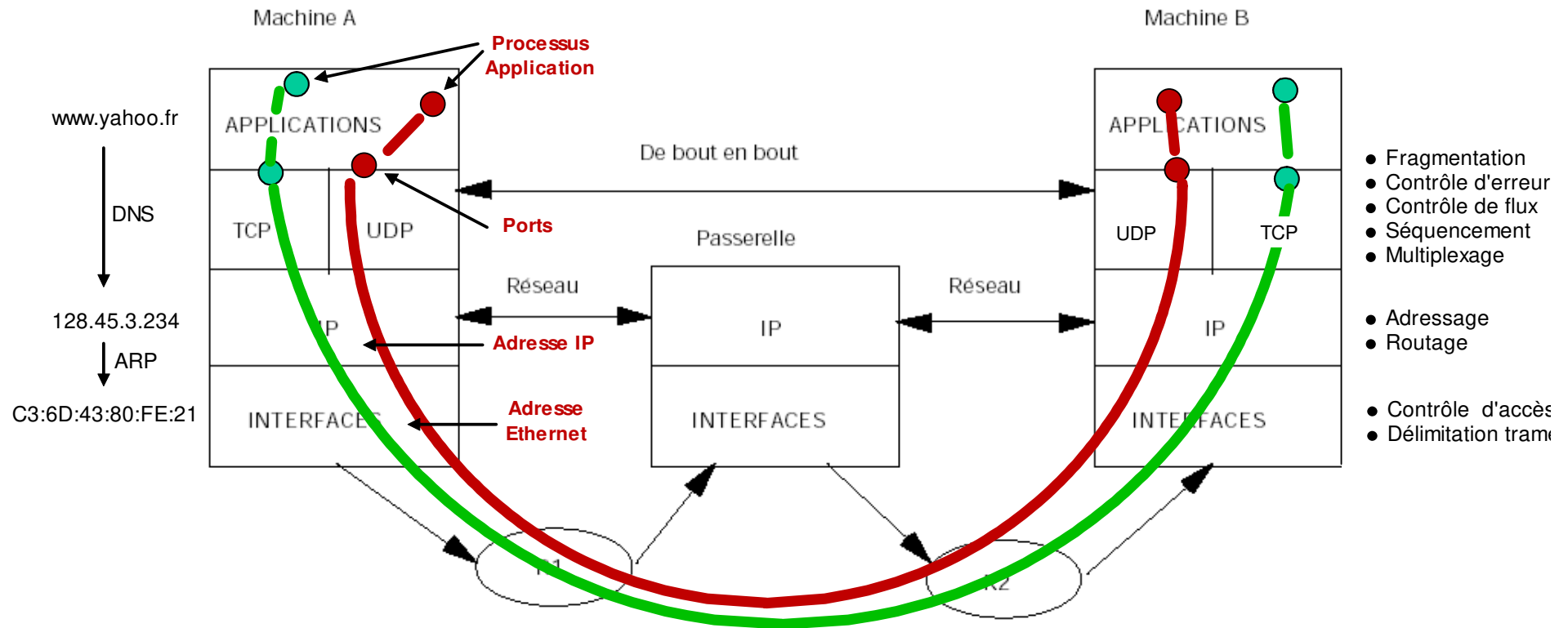
- Couche Application :

– DNS : Domain Name Server	RFC 1034	UDP (53)
– HTTP : Hyper Text Transfer Protocol	RFC 2616	TCP (80)
– SMTP : Simple Mail Transfer Protocol	RFC 821	TCP (25)
– POP 3 : Post Office Protocol	RFC 1939	TCP (110)
– MIME : Multipurpose Internet Mail Extensions	RFC 2045	-
– FTP : File Transfer Protocol	RFC 959	TCP (20-21)
– TELNET	RFC 854	TCP (23)
– BOOTP : Bootstrap Protocol	RFC 951	UDP (67-68)
– DHCP : Dynamic Host Configuration Protocol	RFC 2131	TCP (546-547)
– SNMP : Simple Network Management Protocol	RFC 1157	UDP (161-162)
– RIP 2 : Routing Internet Protocol	RFC 2453	UDP (520)
– OSPF 2 : Open Shortest Path First	RFC 2328	-
– BGP : Border Gateway Protocol	RFC 1771	TCP (179)
– IMAP : Internet Message Access Protocol	RFC 2060	TCP (143)
– RTSP : Real Time Streaming Protocol	RFC 2326	TCP (554)
– NFS : Network File system	RFC 1094	UDP (2049)

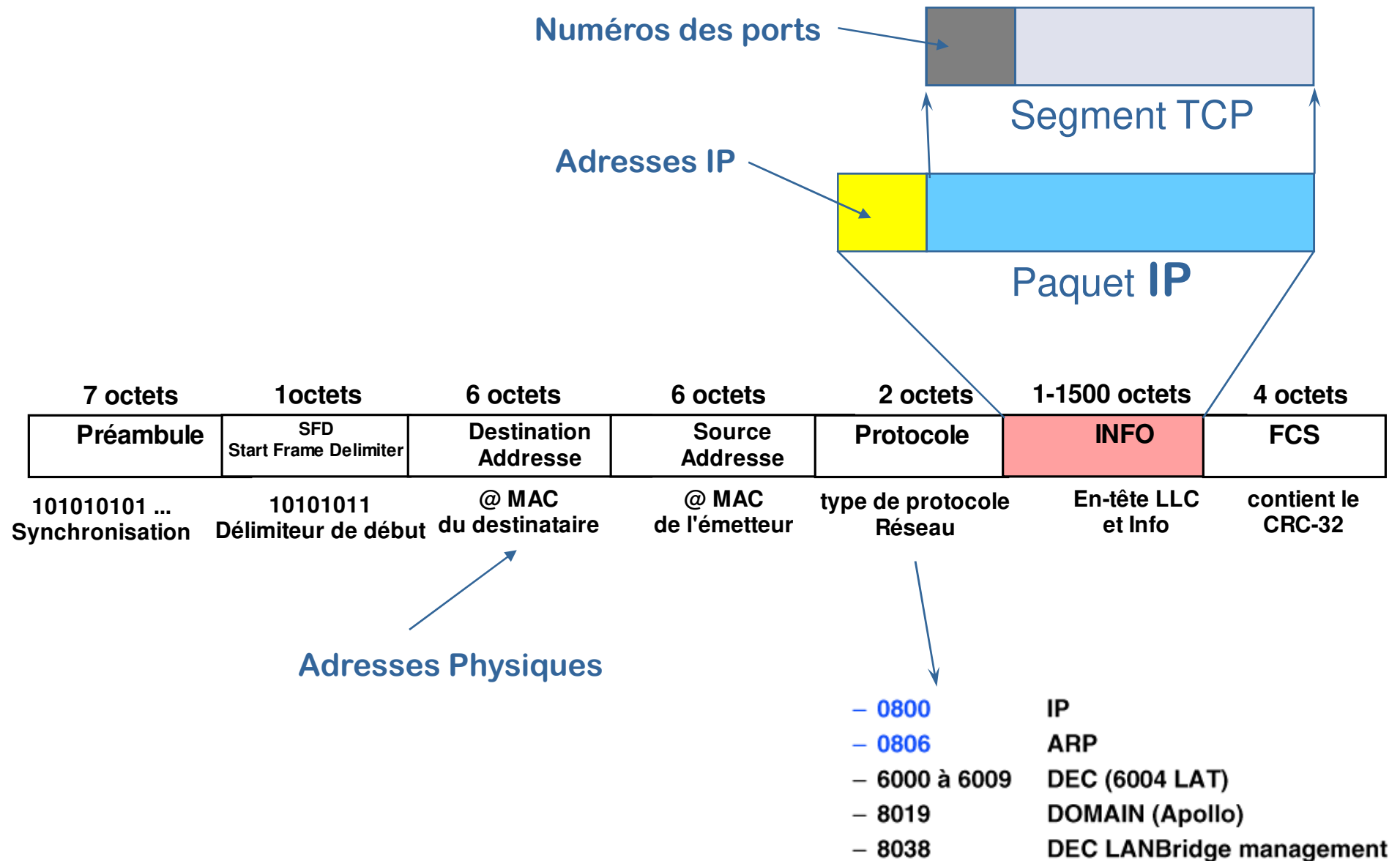
Architecture d'un terminal IP



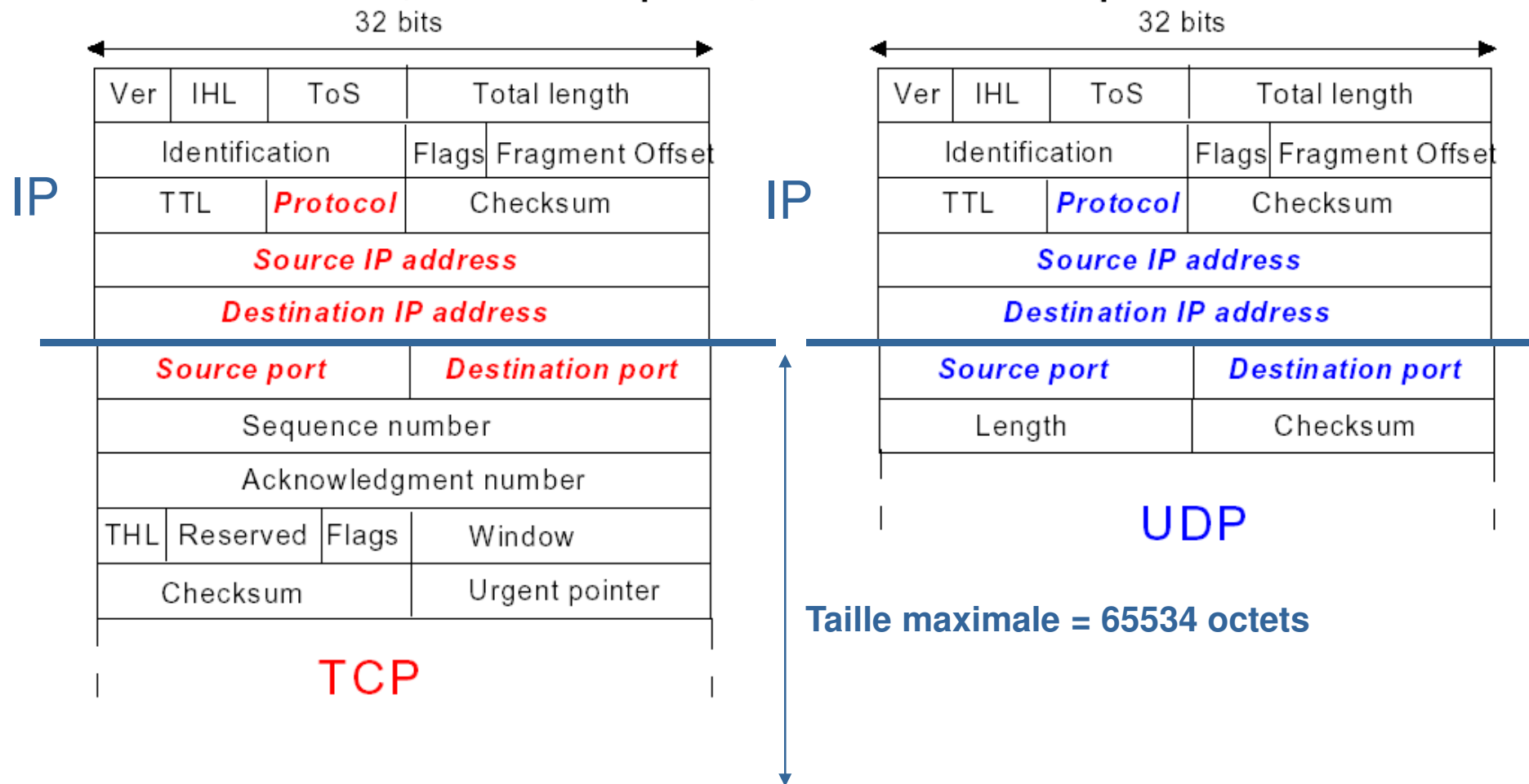
Communication client/serveur



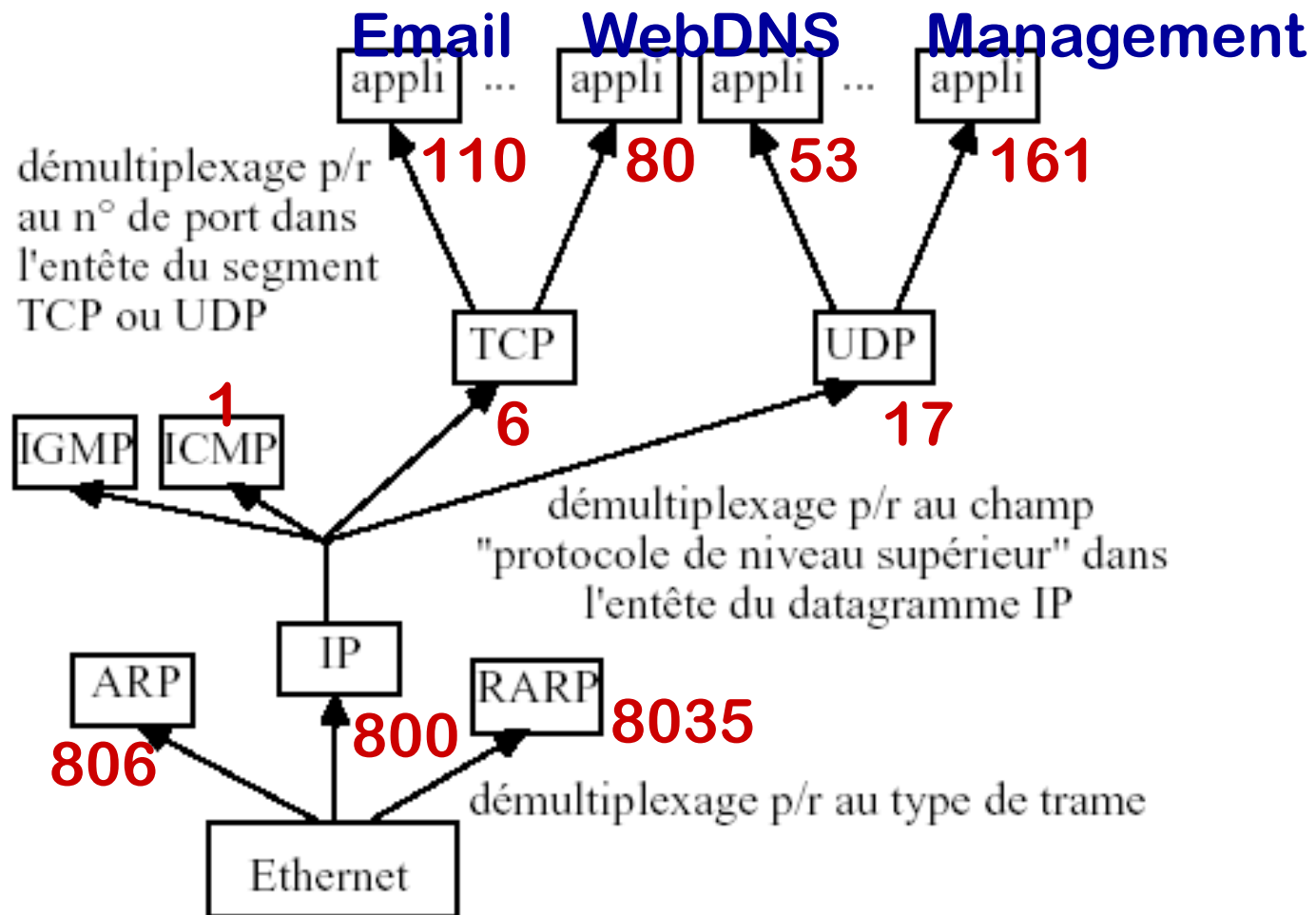
Encapsulation IP/ ETHERNET



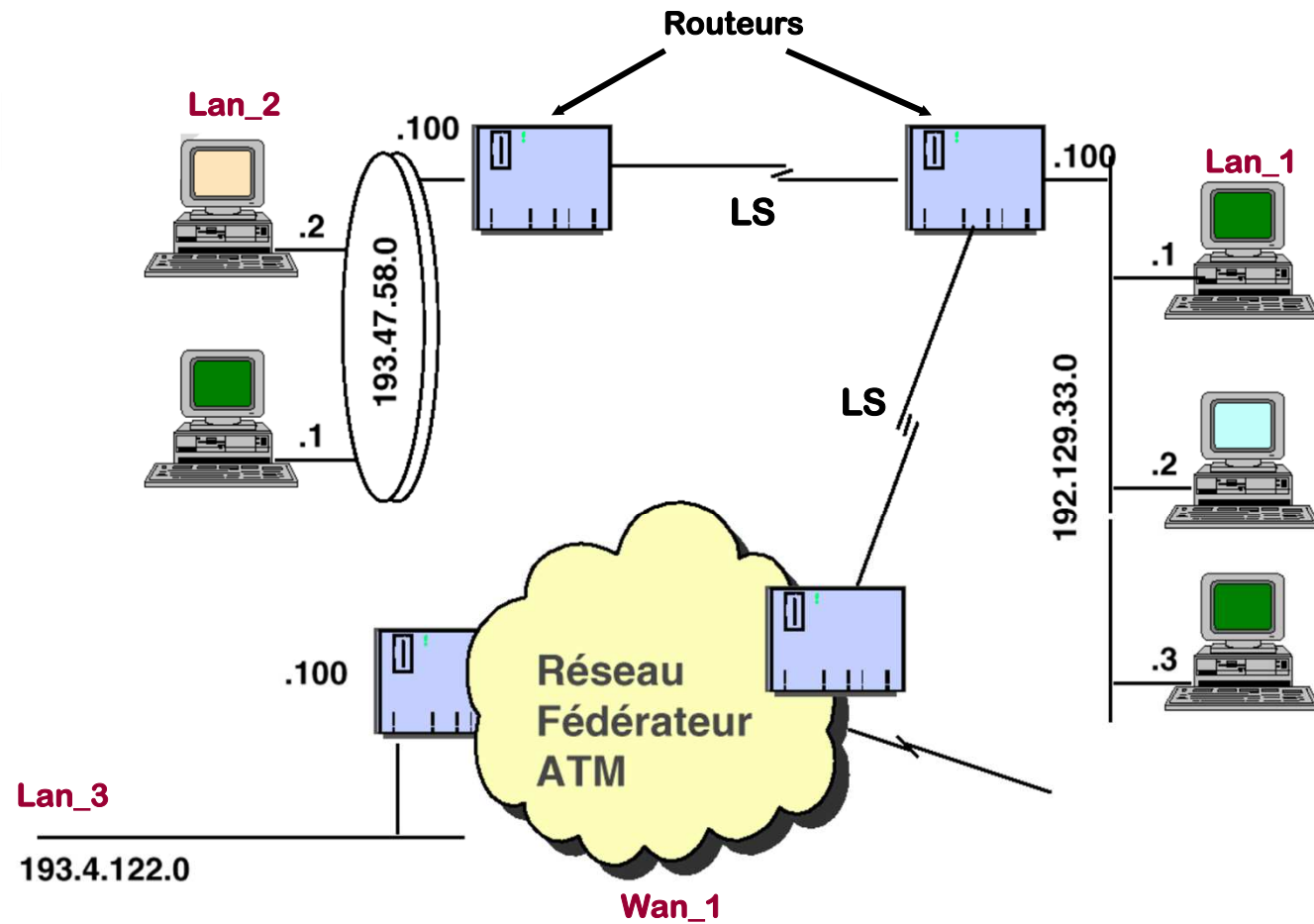
Structure des Paquets IP



Principe de réception Ethernet / IP



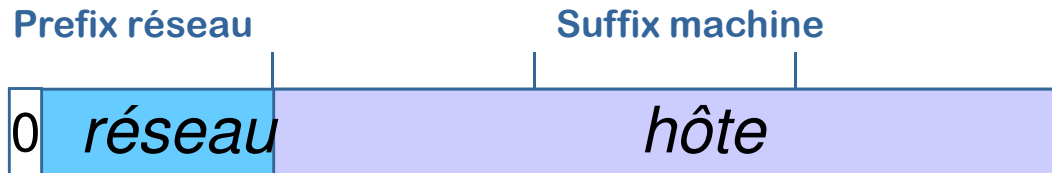
Adresse réseau



Classes d'adresses IP

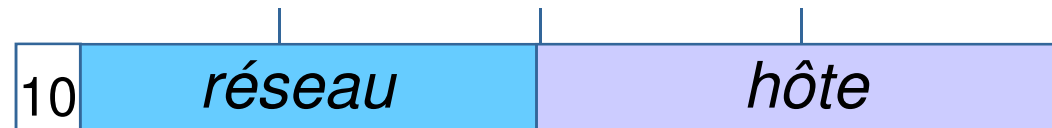
- **Classe A** de 1.x.x.x à 127.x.x.x

↪ 127 réseaux –
↪ 16777214 machines



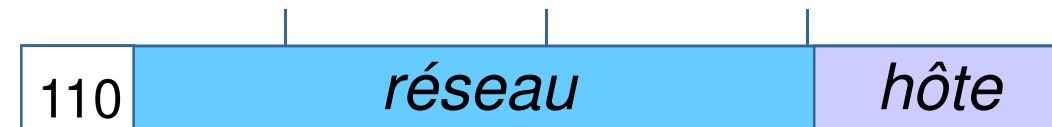
- **Classe B** de 128.0.x.x à 191.255.x.x

↪ 16384 réseaux –
↪ 65534 machines

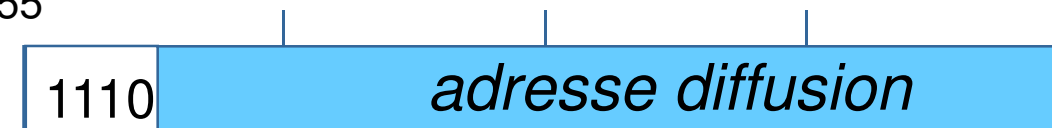


- **Classe C** de 192.0.0.x à 223.255.255.x

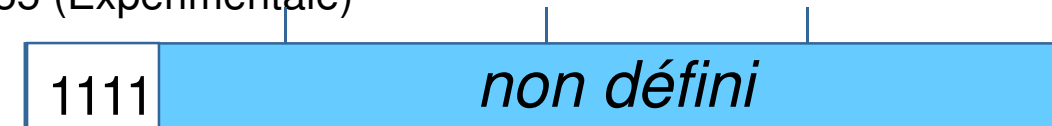
↪ 2097152 réseaux –
↪ 254 machines



- **Classe D** de 224.0.0.0 à 239.255.255.255 (multicast)



- **Classe E** de 240.0.0.0 à 255.255.255.255 (Expérimentale)



Cette classification est obsolète depuis 1994 !!!

« CIDR »

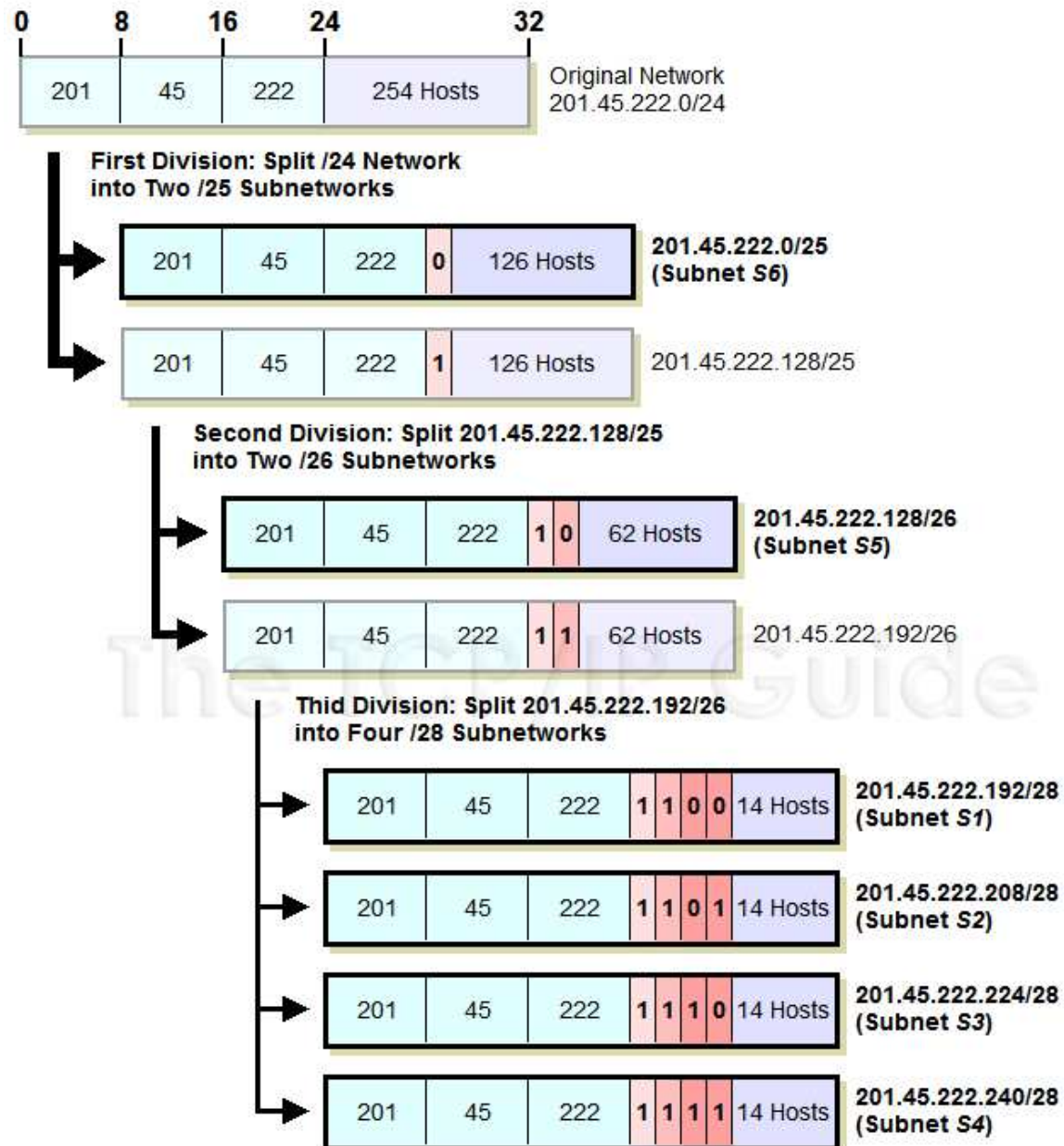
- ◆ Techniquement une adresse IP est divisée en 2 parties fixes :
 - n° de réseaux et n° de machine
 - Définit 3 classes d'adresses :
 - A 8/24 (1-127) épuisée
 - B 16/16 (128-191) trop grands réseaux – classe saturée
 - C 24/8 (192-223) trop petits réseaux – reste beaucoup d'adresses
 - 126 Réseaux de Class A – jusqu'à 16,777,214 hosts chacun
 - Plus de 65,000 réseaux de Class B – jusqu'à 65,534 hosts chacun
 - Plus de 2 millions de réseaux de Class C - jusqu'à 254 hosts chacun
- ◆ Problème 1 : Gaspillage des adresses IP : 13% des adresses allouées sont utilisées : comment mieux répartir ses adresses ?
- ◆ Problème 2 : Pour les grands réseaux : allocation de plusieurs adresses de classe C : provoque l'explosion (taille) des tables de routage,
- ◆ Réponse : CIDR : Classless Inter-domain Routing

« CIDR » et VLSM

- ◆ CIDR utilise un prefixe pour identifier le n° du réseau qui devient de taille variable : compris entre le : **13ème** et le **27ème** bits de l'adresse :
- ◆ VLSM : Variable Length Subnet Mask
Masque de sous réseaux de longueur variable
- ◆ Exemple d'adresse CIDR : 206.13.01.48/25,
 - le "/25" indique que les 25 premiers bits sont utilisés pour identifier le prefixe réseaux, les bits suivants pour identifier les hosts.
- ◆ CIDR **utilisable seulement** si le numéro de réseau a été alloué récemment (après 1994),

CIDR Block Prefix	# Equivalent Class C	# of Host Addresses
/27	1/8th of a Class C	32 hosts
/26	1/4th of a Class C	64 hosts
/25	1/2 of a Class C	128 hosts
/24	1 Class C	256 hosts
/23	2 Class C	512 hosts
/22	4 Class C	1,024 hosts
/21	8 Class C	2,048 hosts
/20	16 Class C	4,096 hosts
/19	32 Class C	8,192 hosts
/18	64 Class C	16,384 hosts
/17	128 Class C	32,768 hosts
/16	256 Class C	65,536 hosts
	(= 1 Class B)	
/15	512 Class C / 2 B	131,072 hosts
/14	1,024 Class C / 4 B	262,144 hosts
/13	2,048 Class C / 8 B	524,288 hosts

« VLSM »



« CIDR »

- ◆ Solution technique pour les réseaux fédérateurs des opérateurs (Sept. 1993 RFC 1520)
 1. Subdivision de la classe C en espaces de routage géographique
 - Permettre un routage par agrégation de réseaux
 2. Regroupement/Subdivision des classes B et C en espaces d'adressage hiérarchique
 - Permettre une allocation fine des prefixes de réseaux de taille compris entre 32 et 500,000 stations

Multi-régional	192.0.0.0 – 193.255.255.255
Europe	194.0.0.0 – 195.255.255.255
Others	196.0.0.0 – 197.255.255.255
North America	198.0.0.0 – 199.255.255.255
Central- South America	200.0.0.0 – 201.255.255.255
Pacific Rim	202.0.0.0 – 203.255.255.255
Others	204.0.0.0 – 207.255.255.255

Adresses IP particulières

- **Adresse de diffusion (globale)**: tous les champs sont à « 1 »
 - Exemple : 255.255.255.255
 - Diffusion sur tout le réseau (tous les sous-réseaux sont concernés)
- **Adresse de diffusion dirigée (restreinte)**: le champ «hostid» est tout à « 1 » et le champ « netid » est une adresse réseau spécifique :
 - Exemple : 192.20.0.255
 - ⇒ la diffusion concerne toutes les machines situées sur le réseau spécifié : 192.20.0.255
 - ⇒ désigne toutes les machines du réseau de classe C 192.20.0
- **Adresse de boucle locale** :
 - l'adresse réseau 127.0.0.1 est réservée pour la désignation de la machine locale, c'est à dire la communication intra-machine. Une adresse réseau 127 ne doit, en conséquence, jamais être véhiculée sur un réseau et un routeur ne doit jamais router un datagramme pour le réseau 127.
- **Adresse de BOOTP** (« hostid » et « netid » tout à zéro), l'adresse est utilisée au démarrage du système afin de connaître l'adresse IP (Cf RARP).
 - Exemple : 0.0.0.0

Masque de réseau ou Netmask

- **Masque du réseau** : adresse IP particulière servant à identifier l'adresse du réseau à partir d'une adresse IP de machine.
 - Le masque d'un réseau de classe A = 255.0.0.0
 - Le masque d'un réseau de classe B = 255.255.0.0
 - Le masque d'un réseau de classe C = 255.255.255.0
 - Dans le cas d'un réseau découpé en sous-réseau : le masque est calculé en mettant tous les bits du préfix réseaux à la valeur binaire « 1 », et tous les bits associés au suffix à « 0 ».
- **Adresses réseau** : adresse IP dont la partie « hostid » ne comprend que des zéros;
 - => la valeur zéro ne peut être attribuée à une machine réelle : 192.20.0.0 désigne le réseau de classe C 192.20.0
- **Adresse machine locale** : adresse IP dont le champ réseau (netid) ne contient que des zéros;
 - Exemple 0.0.25.1

Netmask

- Permet à une station de savoir si la station destination est dans le même réseau qu'elle ou s'il lui faut envoyer son paquet au routeur qui l'acheminera,
- Exemple station A veut envoyer un paquet à une station B :
 - @ IP A = 172.16.2.4
 - @ IP B = 172.16.3.5
 - @ netmask A : 255.255.0.0
- La station A doit réaliser 3 opérations :
 1. @ A AND @ netmask A = Res 1
 2. @ B AND @ netmask A = Res 2
 3. comparer Res 1 et Res 2
 - Si Res 1 = Res2 alors station sur le même réseau
 - Sinon station sur des réseaux distants

Netmask (2)

A	B	A AND B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

172 . 16 . 2 . 4 (@ IP A)

10101100 . 00010000 . 00000010 . 00000100

11111111 . 11111111 . 00000000 . 00000000 (mask A = 255.255.0.0)

10101100 . 00010000 . 00000000 . 00000000 (@ du réseau classe B 172.16.0.0)

172 . 16 . 3 . 5 (@ IP B)

10101100 . 00010000 . 00000011 . 00000101

11111111 . 11111111 . 00000000 . 00000000 (mask A = 255.255.0.0)

10101100 . 00010000 . 00000000 . 00000000 (@ du réseau B 172.16.0.0)

Netmask (3)

Autre exemple @ IP C = 125.128.96.12

172 . 16 . 2 . 4 (@ IP A)

10101100 . 00010000 . 00000010 . 00000100

11111111 . 11111111 . 00000000 . 00000000 (mask A = 255.255.0.0 - classe B)

10101100 . 00010000 . 00000000 . 00000000 (@ du réseau classe B 172.16.0.0)

125 . 128 . 96 . 12 (@ IP C)

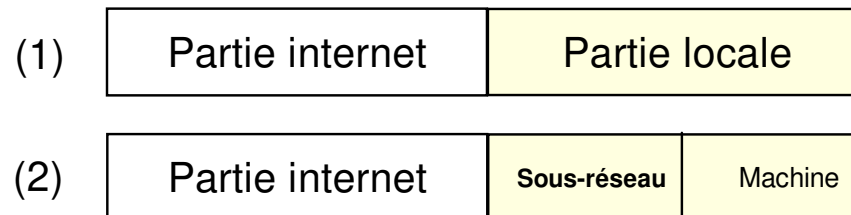
01111111 . 10000000 . 01100000 . 00001100

11111111 . 11111111 . 00000000 . 00000000 (mask A = 255.255.0.0)

01111111 . 10000000 . 00000000 . 00000000 (@ du réseau classe A 125.128.0.0)

Subnetting

- **Constat** : Un site ne contient pas un réseau mais un ensemble de réseaux (exemple : Univ Paris 5)
- **Solution** : scinder une classe en sous-réseaux (ou segment):
 - La partie numéro de machine devient le numéro de sous-réseau et le numéro de la machine dans ce sous-réseau,
 - Combien de bits (n) utiliser pour représenter les sous-réseaux ?
 - Si (p) sous-réseaux à représenter alors $p \geq (2^n)$
 - Nombre de bits alloués au numéro de sous-réseau est configurable : c'est le « **sub-netmask** » ou simplement le « **netmask** » du sous-réseau



Subnetting

Exemple

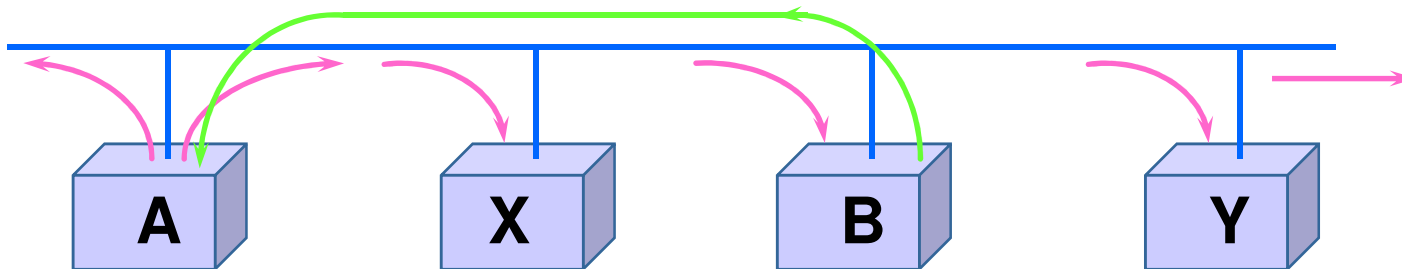
- Soit un réseau d'entreprise de classe B = 130.96.0.0/16 constitué de 7 sous-réseaux locaux.
- Pour identifier 7 sous-réseaux, combien de bits faut-il prendre de la partie Host-id ?
 - 3 bits $\Rightarrow 2^3 = 8 \geq 7$ (oui c'est suffisant !!!)
 - ATTENTION: NE PAS RETIRER 2 SOUS-RESEAUX
- **Masque** des sous-réseaux en /19 = soit 255.255.224.0
- Exemple **d'adresse de diffusion restreinte** = 130.96.175.255 pour le **sous-réseaux** de net-id = 130.96.160.0
- **Adresse de diffusion globale** : 255.255.25.255

Résolution des adresses

- Pourquoi ?
 - Dans un **Intranet ou Internet**, les **communications** entre applications se font au moyen des adresses IP des hosts (et des n° de ports).
 - Dans un **réseau local**, **l'acheminement** des données se fait au moyen des adresses physiques des émetteurs et des récepteurs.
 - L'unité de transfert est la Trame Ethernet (et non le paquet IP)
 - Les adresses IP sont obtenues par l'interrogation d'un serveur : le **DNS**
 - **Comment obtenir l'adresse physique** d'une machine distante en connaissant son adresse IP ?
- La Solution :
 - ARP : Address Resolution Protocol
 - un protocole de type requête/réponse
 - utilise le principe de la diffusion sur le réseau local (broadcast -> FFFFFFFF)
 - l'association **adresse physique - adresse IP** de l'émetteur est incluse dans la requête ARP de manière à ce que les récepteurs enregistrent l'association dans leur propre mémoire cache (table ARP),

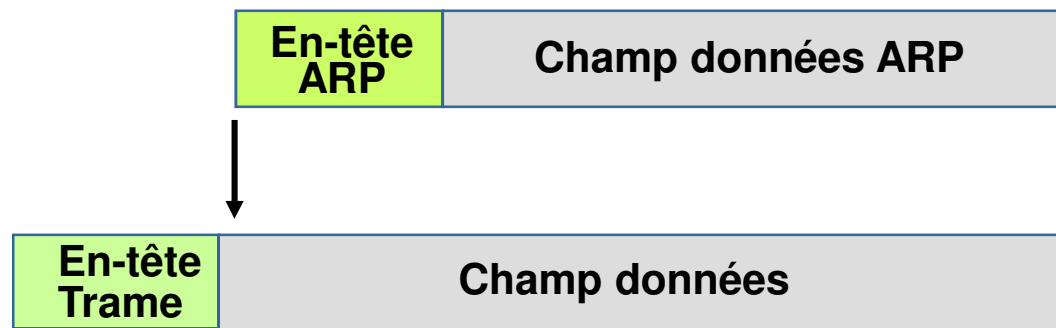
ARP

- L'association **adresse physique** - **adresse IP** de l'émetteur est incluse dans la requête ARP de manière à ce que les récepteurs enregistrent l'association dans leur propre mémoire cache,



- Pour connaître l'adresse physique de B (PB) à partir de son adresse IP (IB), la machine A **diffuse une requête ARP** qui contient l'adresse IP de B (IB) vers toutes les machines;
- la machine B **répond avec un message ARP** qui contient la paire (IB, PB).
- Rem : champ type de la trame Ethernet: 0806 pour ARP

ARP : encapsulation



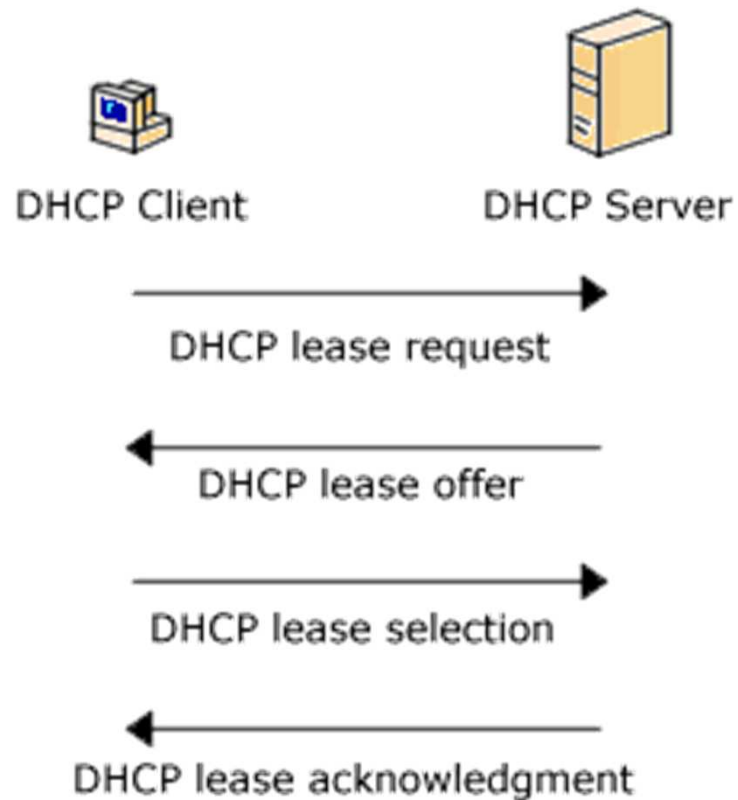
Format du message ARP

0	8	16	24	31
Type de matériel		Type de protocole		
LGR-MAT	LGR-PROT	Opération		
Adresse matériel émetteur (octets 0-3)				
Adresse Mat émetteur (octets 4,5)		Adresse IP émetteur (octets 0,1)		
Adresse IP émetteur (octets 4,5)		Adresse Mat cible (octets 0,1)		
Adresse Matériel cible (octets 2,5)				
Adresse IP cible (octets 0-3)				

Attributions des adresses IP

- **Pour communiquer dans un réseau IP, les hosts doivent connaître :**
 - L'adresse IP du host
 - Le masque de leur réseau
 - L'adresse IP de la passerelle (Gateway) (optionnel)
 - L'adresse IP du serveur de noms (DNS) (optionnel)
- **Configuration statique :**
 - Configuration manuelle et permanente.
 - requise pour les serveurs et routeurs
 - Commandes systèmes **ifconfig** (unix) - **netsh** (windows)
- **Configuration dynamique :**
 - Simplicité et optimisation des adresses IP
 - Adaptée pour les terminaux nomades
 - Utilisation d'un serveur de configuration interrogé par les terminaux au démarrage
 - Les clients et le serveur communiquent au moyen d'un protocole (règles d'échange et format de messages valides) **DHCP** (Dynamic Host Configuration Protocol)

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)



Protocole DHCP

- Serveur DHCP
 - Il possède une adresse IP fixe
 - Distribue les adresses IP aux autres hosts (terminaux, peripheriques)
- Déroulement:
 - Le client émet en broadcast un paquet de type DHCPDISCOVER, pour identifier les serveurs DHCP disponibles
 - Le Serveur répond par un paquet DHCPOFFER (broadcast), qui contient les premiers paramètres
 - Le client établit sa configuration et envoie un DHCPREQUEST pour valider son adresse IP
 - Le serveur répond par un DHCPACK avec l'adresse IP pour confirmer l'attribution
- DORA: Discover, Offer, Request, Ack

Problème des adresses IPv4

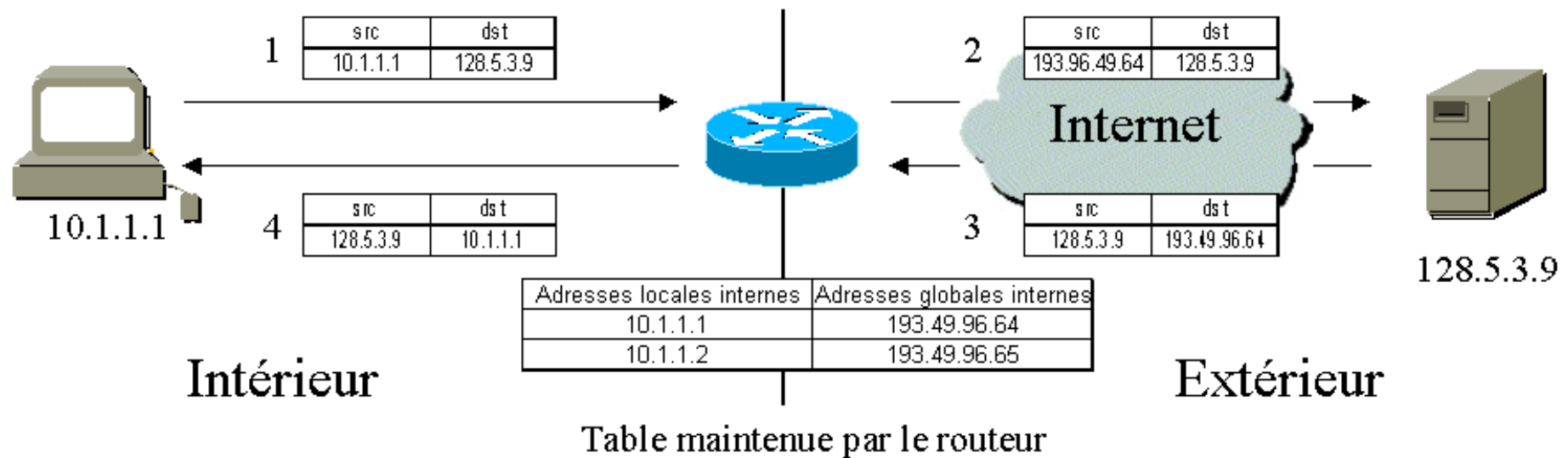
- L'assignation d'une classe par bit, signifie : la classe A prend 1/2 des adresses, la classe B 1/4, la classe C 1/8 etc.
- **Problèmes** avec une telle assignation :
 1. Gaspillage
 2. Saturation dans les routeurs
 3. Pénurie des adresses encore libres
- **Solutions ?**
 1. Utiliser les adresses IP privées avec un protocole de translation d'adresse (NAT: Network Address Translation)
 2. Fractionner les blocs d'adresses plus finement : « **Subnetting** » ou « sous-adressage »
 - **conserver la taille à 32 bits mais ...**
 3. Augmenter la taille du champ adresse :
 - **Exemple : IP version 6 (décembre 1998) : champ adresse de 128 bits**
 - **conséquence : incompatibilité entre les machines**

Adresses IP Privées

- Classe A : 10.0.0.0 - 10.255.255.255
- Classe B : 172.16.0.0 - 172.31.255.255
- Classe C : 192.168.0.0 - 192.168.255.255

« NAT »

- Network Address Translation :



Nommage des ressources

- Nommage des ressources du réseau : utiliser un NOM SYMBOLIQUE plutôt qu'une adresse décimale :
 - brune.prism.uvsq.fr 193.51.25.130
 - www.yahoo.fr 10.25.123.68
 - Unicité des adresses => unicité des noms
 - Il existe un « plan de nommage » hiérarchique mondiale et un « service de noms » mondial : le DNS (Domain Name System)

Nom de domaine ??

Ça ressemble à quoi un nom de domaine ?

C'est une sorte de fiche signalétique qui contient (généralement):

- le nom du domaine
- les noms et coordonnées:
 - du propriétaire légal du domaine
 - du responsable technique du domaine
 - du responsable facturation du domaine
- la date d'expiration du domaine.
- des informations techniques (adresses des serveurs DNS, etc.)

Par exemple, pour hotmail.com:

Exemple d'un nom de domaine

Registrant:

Hotmail Corporation (HOTMAIL-DOM)
1065 La Avenida
US

Domain Name: HOTMAIL.COM

Administrative Contact, Technical Contact:

Records, Custodian of (FQQJMISMOI)
enforce_policy@HOTMAIL.COM
1065 La Avenida

Mtn. View, CA 94043
US
(650) 693-7066 (650) 693-7061

Record expires on 28-Mar-2010.
Record created on 27-Mar-1996.
Database last updated on 23-Dec-2002
08:57:51 EST.

Domain servers in listed order:

NS1.HOTMAIL.COM	
216.200.206.140	
NS2.HOTMAIL.COM	
216.200.206.139	
NS3.HOTMAIL.COM	
209.185.130.68	
NS4.HOTMAIL.COM	64.4.29.24

DNS : Domain Name System

L'Internet est constitué de réseaux (centaines de milliers)

Les réseaux sont constitués de sous-réseaux

Les sous-réseaux sont constitués de machines,

La technologie de base (TCP/IP) permet l'accès aux machines par leur adresse IP,

Il est pratiquement devenu impossible aux humains de connaître les adresses (IP) des machines auxquelles ils veulent accéder.

Le système DNS permet d'identifier une machine par un (des) nom(s) symbolique(s) représentatif(s) de la machine et du (des) réseau(x) sur le(les)quel(s) elle se trouve ; exemple :

www.univ-paris5.fr identifie le serveur Web sur le réseau univ-paris5.fr

Le système est mis en œuvre par une base de données distribuée au niveau mondial, appelée DNS

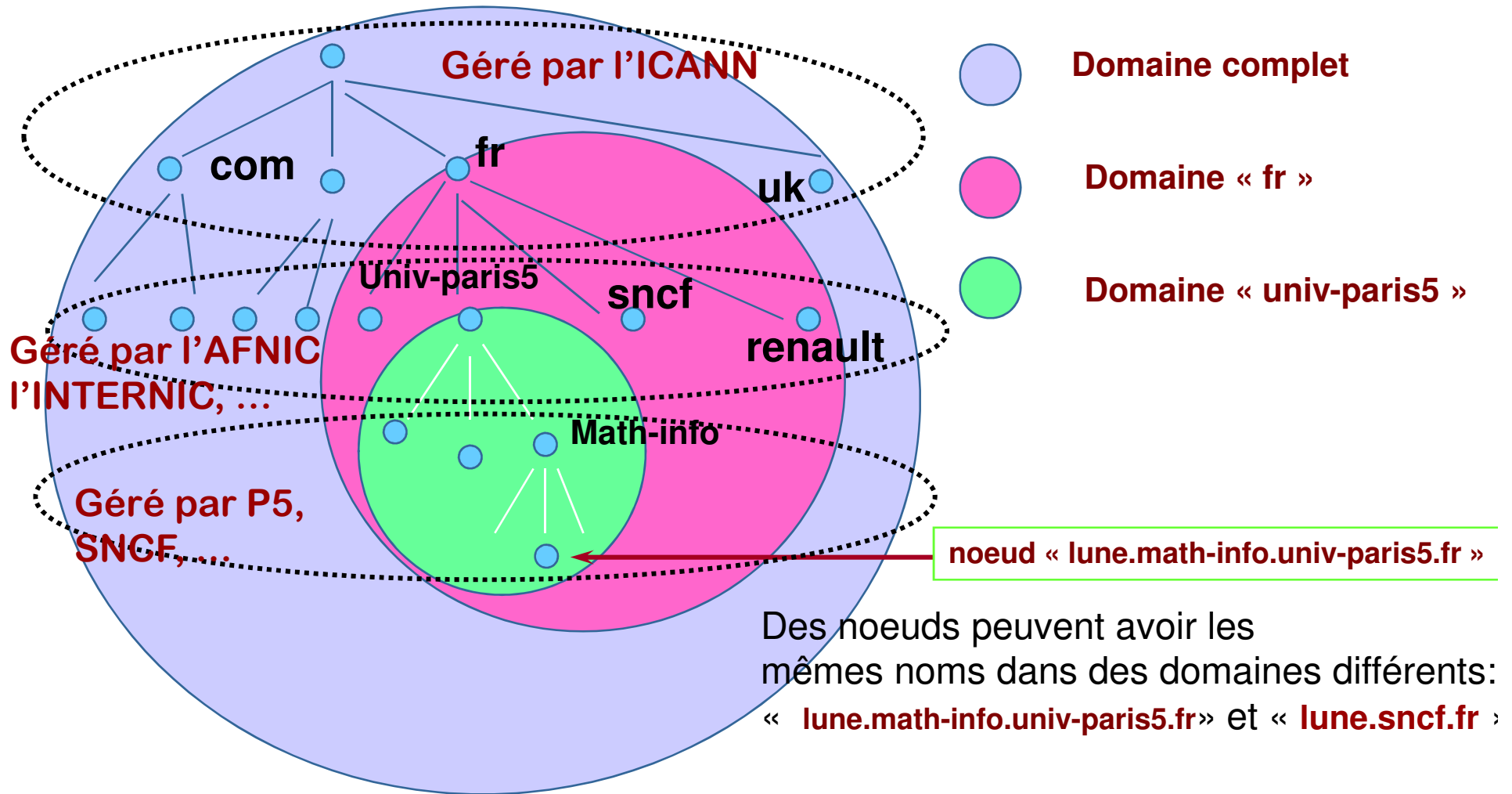
Les noms sont gérés par un organisme mondial : l'ICANN (depuis 1998) et les organismes régionaux délégués : RIPE, AFNIC, NIC Angleterre, etc.

DNS : Histoire

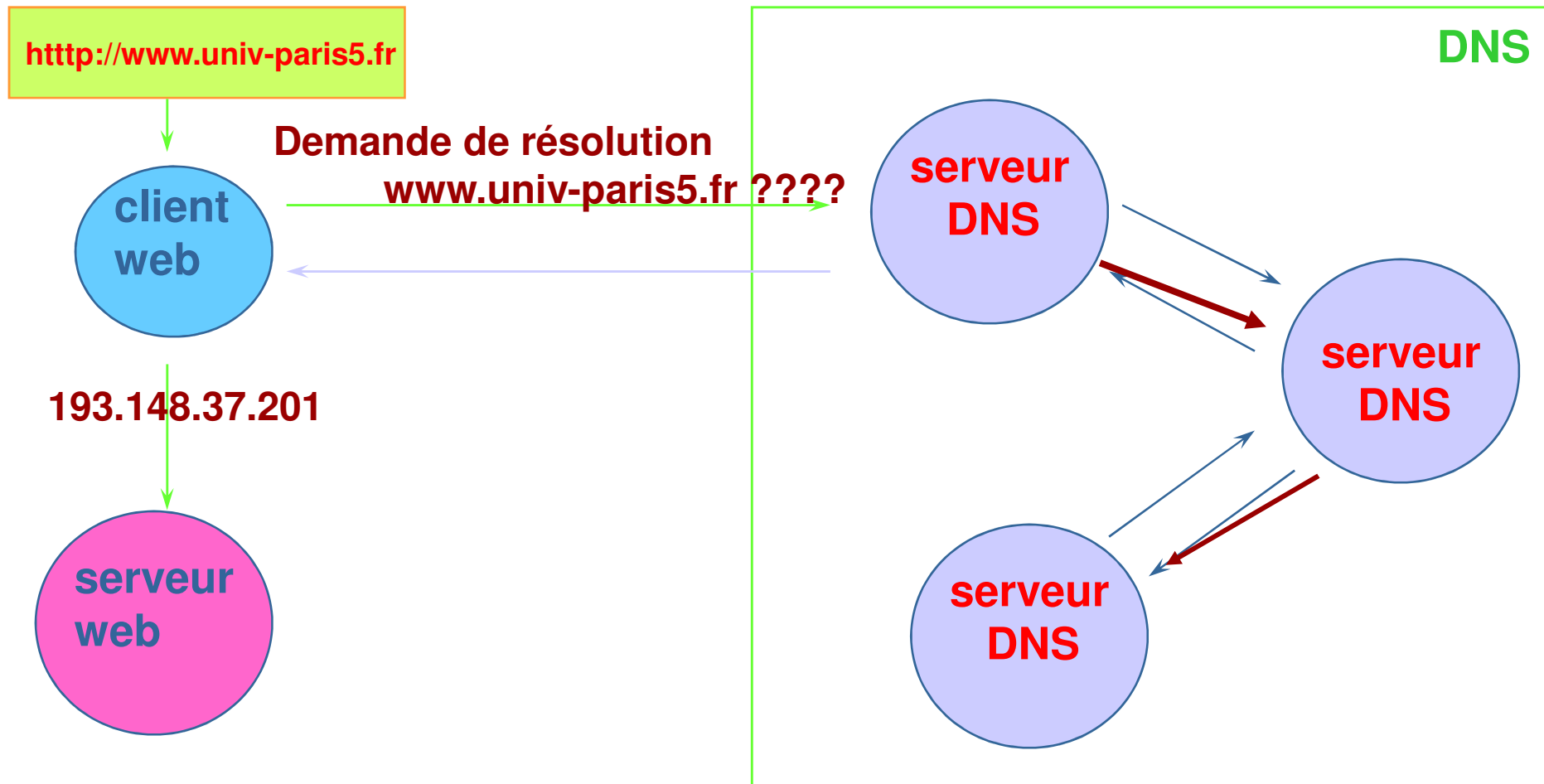
- ❑ Au début un espace de nommage à plat
- ❑ Gérer par un site central, le NIC (Network Information Center) – vérification si conflit, nom obscène,
- ❑ Stocké sur chaque machine dans le fichier UNIX /etc/hosts ou WINDOWS %SystemRoot%/SYSTEM32/DRIVERS/ETC/hosts
- ❑ Explosion du nombre de machines
 - ❑ 1983 : IETF RFC 1034 et RFC 1035
 - ❑ Définition d'un espace de nommage hiérarchique appelée NOM de DOMAINE
 - ❑ Un nom de domaine est une suite de mots séparés par un point :
 1. Exemple: math-info.univ-paris5.fr
 2. Longueur max d'un nom : 255 caractères,
 3. Longueur max. d'une composante du nom : 63 caractères
 - ❑ Découpage de l'espace de nommage en domaines, en sous domaines, sous sous-domaines, etc ...
 1. Domaine de 1er niveau : Top Level Domain (TLD) : nombre : 200
 2. 2 types de TLD: génériques (.com, .edu, .org, ..) et nationaux (.fr, .uk, ...)
 3. En 2000, ICANN approuve 4 nouveaux TLD : .biz, .info, .name, .pro

Le domaine

Un domaine est un sous-arbre de l'espace nom de domaine



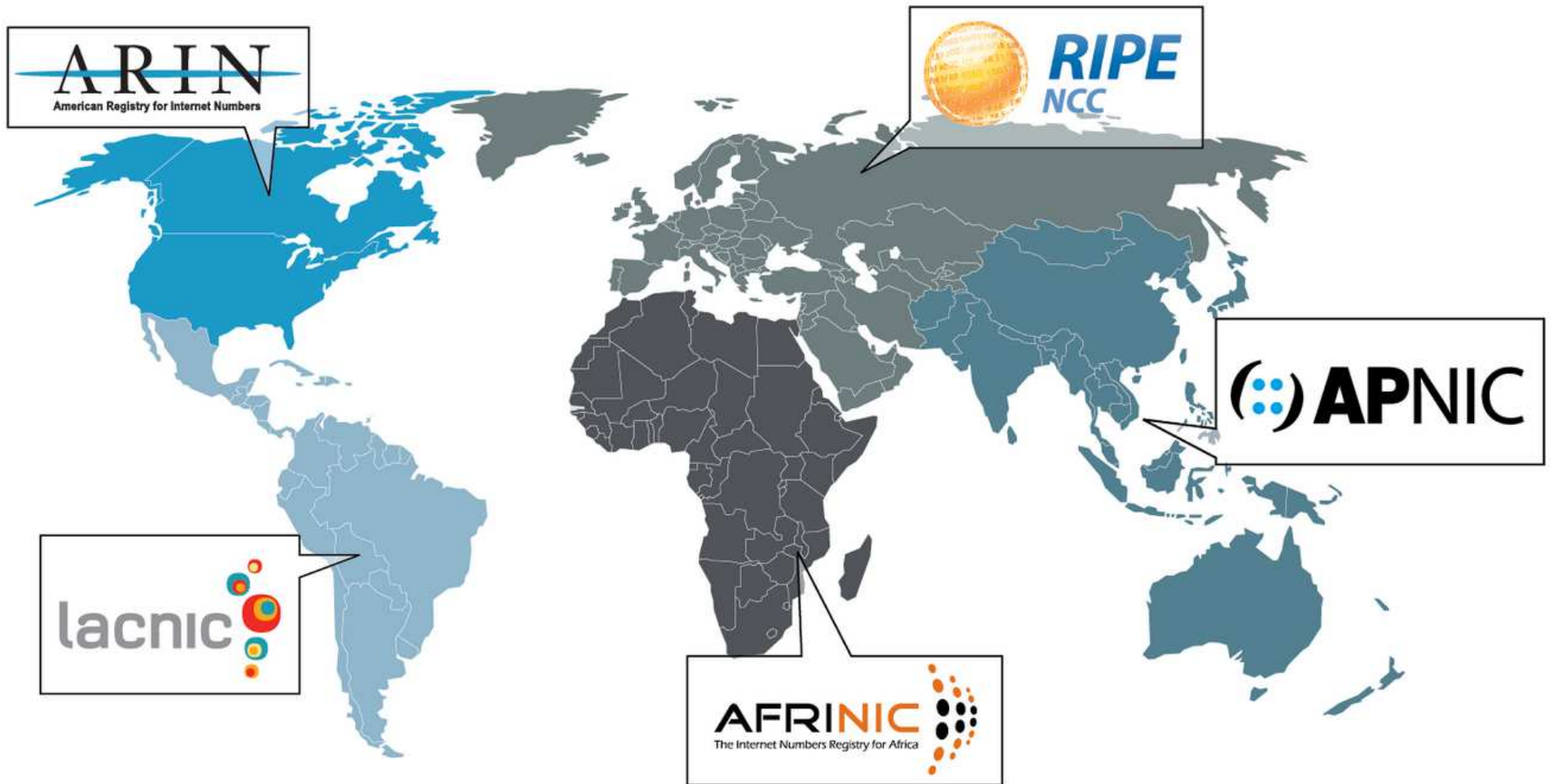
Requête DNS récursive



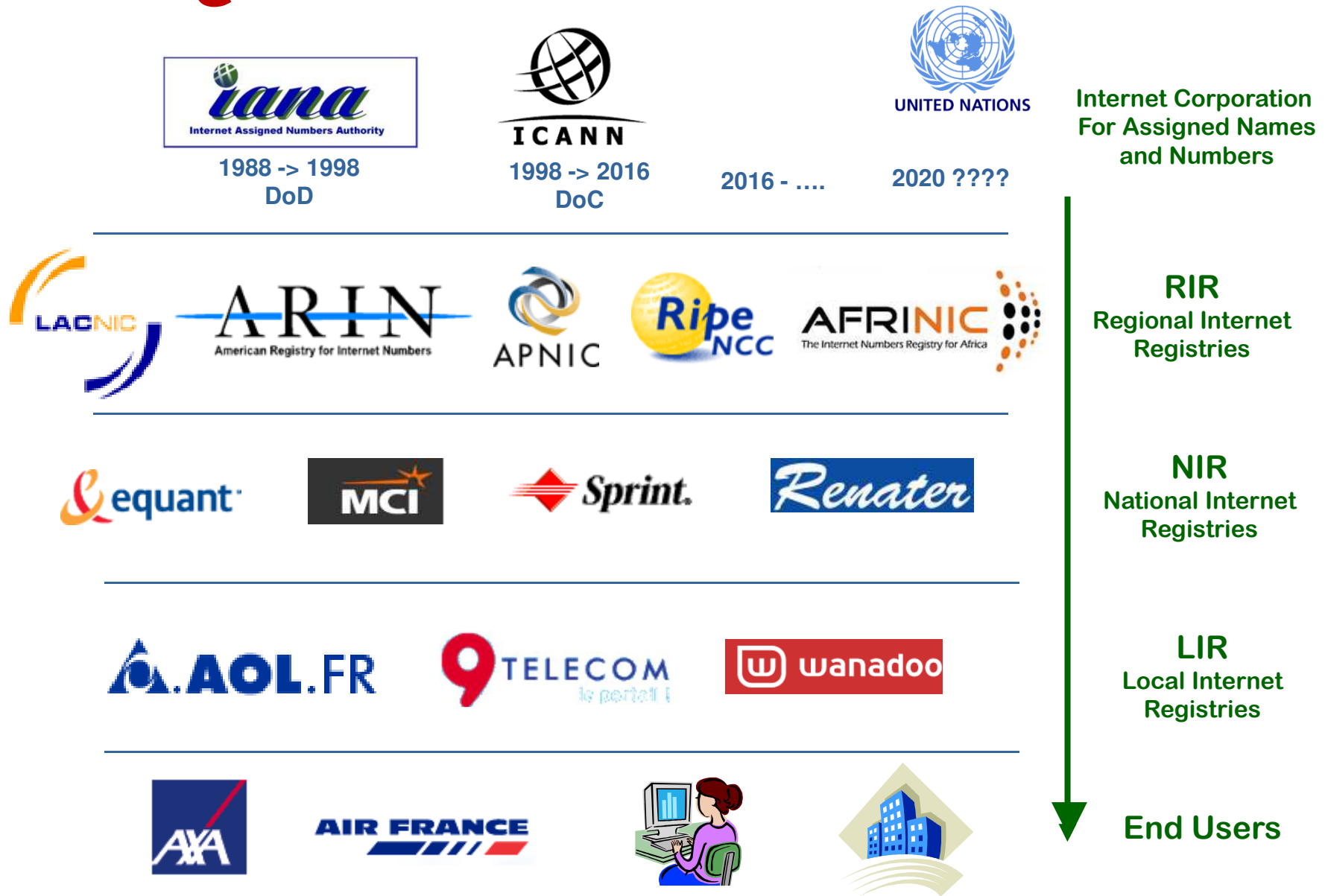
DNS en pratique

- Interrogation de DNS avec NSLOOKUP ou DIG
- Analyse de requêtes DNS avec WireShark
- Installation d'un DNS avec BIND et NAMED sous unix/linux

Qui contrôle Internet ?

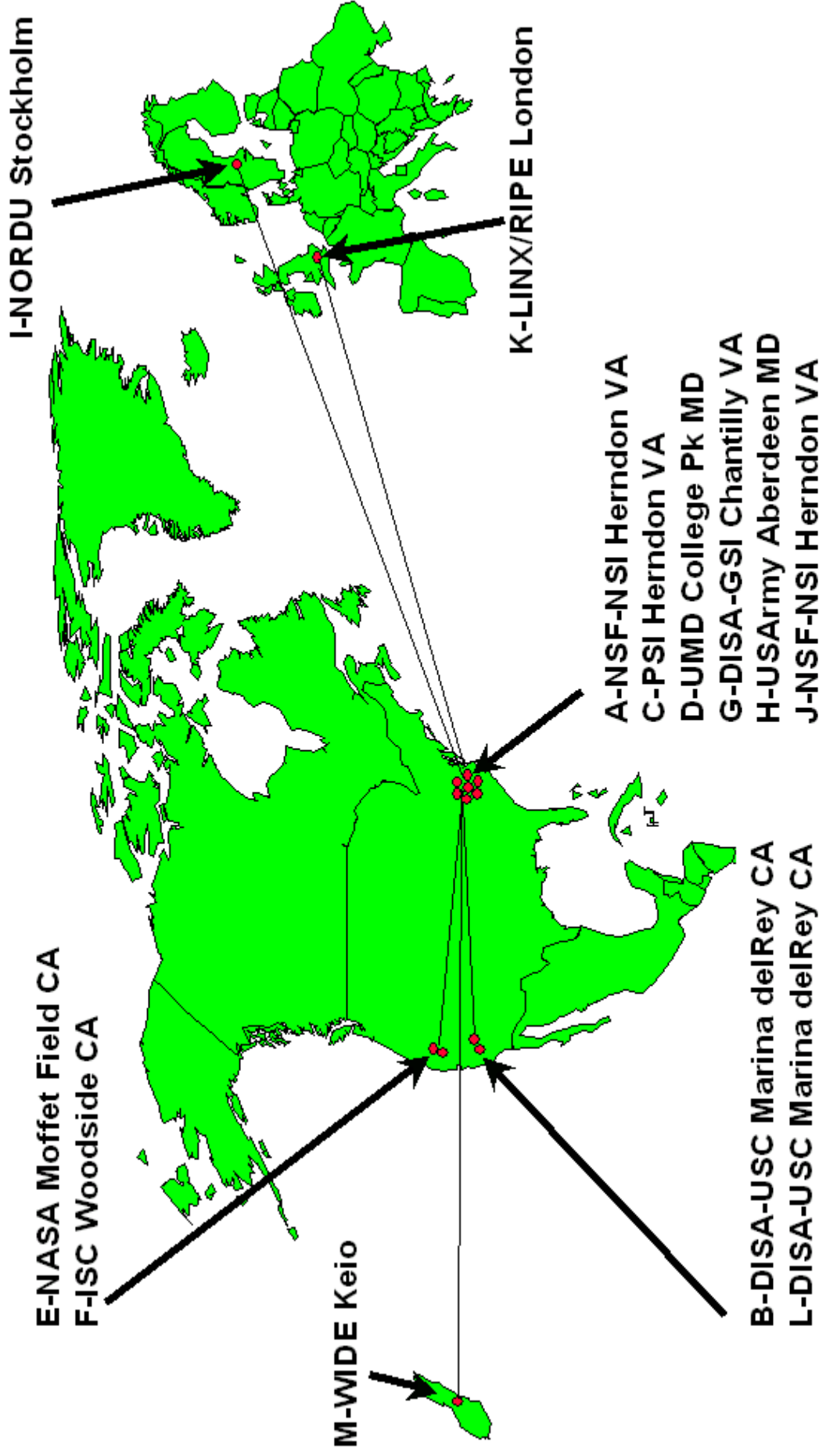


Qui contrôle l'Internet ?



DNS Root Servers

Designation, Responsibility, and Locations



Serveurs DNS racine

Lettre	ancien nom	Organisation	Ville / Etat	Région (continent)
A		VeriSign	Dulles(*), Virginie,	États-Unis
B	ns1.isi.edu	USC-ISI	Marina del Rey, Californie	États-Unis
C		Cogent (http://www.cogentco.com/)	Distribution par anycast	
D	terp.umd.edu	University of Maryland	College Park, Maryland,	États-Unis
E		NASA	Mountain View, Santa Clara County, Californie	États-Unis
F		ISC (http://www.isc.org/)	Nairobi, distribution par anycast	Kenya
G	ns.nic.ddn.mil	U.S. DoD NIC	Colombus, Ohio	États-Unis
H	aos.arl.army.mil	U.S. Army Research Lab (http://www.arl.army.mil/)	Aberdeen Proving Ground, Maryland	États-Unis
I	nic.nordu.net	Autonomica (http://www.autonomica.se/)	Stockholm, Suède, distribution par anycast	Union européenne
J		VeriSign	Distribution par anycast	
K		RIPE NCC	Londres, Royaume-Uni, distribution par anycast	Union européenne
L		ICANN	Los Angeles, Californie	États-Unis
M		WIDE Project	Tokyo, distribution par anycast	Japon

Paris est connecté au réseau Internet via le serveur racine F (à Nairobi au Kenya), et, depuis septembre 2004, via le serveur racine M (à Tokyo).

Qui contrôle Internet ?

GAFAM ou BATX

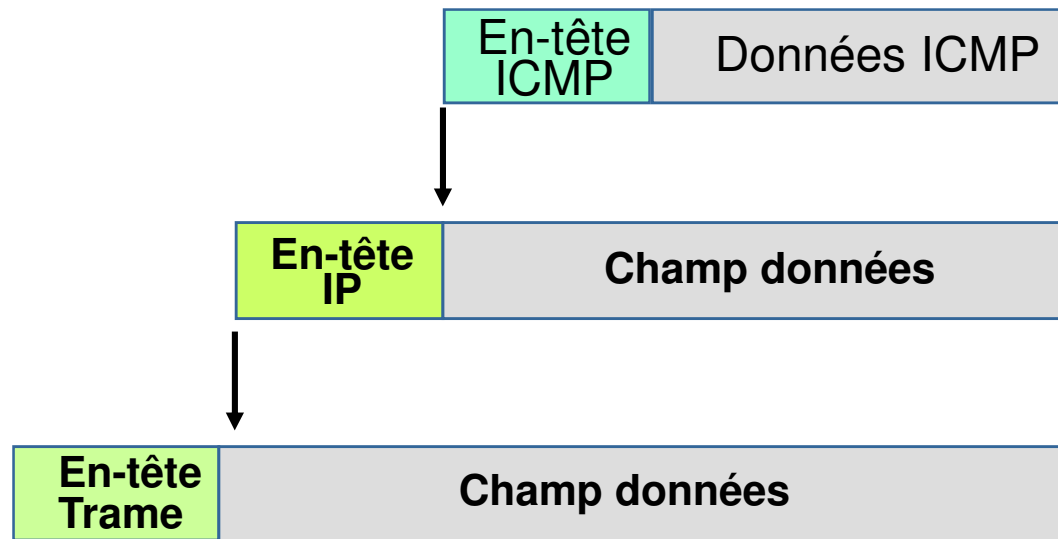
	Firme	Pays	Code bourse	Capitalisation (déc. 2012) Mds\$	Chiffre d'affaires 2011 Mds\$
1	Apple	États-Unis	AAPL	483	108,2
2	Google	États-Unis	GOOG	233	37,9
3	Microsoft	États-Unis	MSFT	226	69,9
4	Amazon	États-Unis	AMZN	113	48,1
5	Tencent	Chine	NNNC.DE	73	4,5
6	eBay	États-Unis	EBAY	65	11,7
7	Facebook	États-Unis	FB	57	3,7
8	Softbank	Japon	SFTBF	42	
9	Baidu	Chine	BIDU	35	2,3
10	Priceline	États-Unis	PCLN	30	4,3
11	Salesforce.com	États-Unis	CRM	24	2,3
12	Yahoo	États-Unis	YHOO	23	5,0
13	Yahoo! Japan	Japon	TYO:4689, YAHOOY	19	
14	Experian	UK	EXPN	16	4,5
15	360Buy	Chine	Private	13	
16	Symantec	États-Unis	SYMC	13	
17	Linkedin	États-Unis	LNKD	12	0,5
18	Rakuten	Japon	RKUNF	11	
19	Liberty Interactive	États-Unis	LINTA	10	11,6
20	NHN	Corée	035420.KS	10	

Baidu, AliBaba, Tencent, Xiaomi

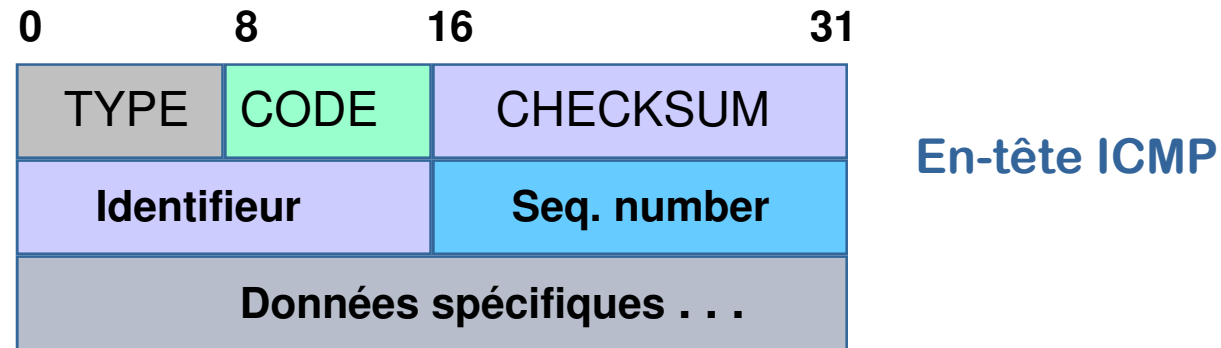
Protocole ICMP

- Le protocole **ICMP** (Internet Control Message Protocol) permet d'envoyer des **messages de commande** ou des **messages d'erreurs** vers d'autres machines ou routeurs.
- ICMP rapporte les messages d'erreur à l'émetteur initial.
- Beaucoup d'erreurs sont causées par l'émetteur, mais d'autres sont dûes à des problèmes d'interconnexions rencontrées sur l'Internet :
 - **machine destination déconnectée,**
 - **durée de vie du datagramme expirée,**
 - **congestion de routeurs intermédiaires.**
- Si un routeur détecte un problème sur un datagramme IP, elle le détruit et émet un message ICMP pour informer l'émetteur initial.
- Les messages ICMP sont véhiculés à l'intérieur de datagrammes IP et sont routés comme n'importe quel datagramme IP sur l'internet.
- Une erreur engendrée par un message ICMP ne peut donner naissance à un autre message ICMP (évite l'effet cummulatif).

ICMP : encapsulation



ICMP : format des messages



TYPE 8 bits; type de message

CODE 8 bits; informations complémentaires

CHECKSUM 16 bits; champ de contrôle

IDENTIFIER (16 bits) et **SEQUENCE NUMBER** (16 bits) sont utilisés par l'émetteur pour contrôler les réponses aux requêtes, (CODE = 0).

ICMP : type de messages

<u>TYPE</u>	<u>Message ICMP</u>
0	Echo Reply
3	Destination Unreachable
4	Source Quench
5	Redirect (change a route)
8	Echo Request
11	Time Exceeded (TTL)
12	Parameter Problem with a Datagram

<u>TYPE</u>	<u>Message ICMP</u>
13	Timestamp Request
14	Timestamp Reply
15	Information Request (obsolete)
16	Information Reply (obsolète)
17	Address Mask Reques
18	Address Mask Reply

ICMP : les messages d'erreurs

- Lorsqu'une passerelle émet un message ICMP de type destination inaccessible, le champ **CODE** décrit la nature de l'erreur :
 - 0 Network Unreachable
 - 1 Host Unreachable
 - 2 Protocol Unreachable
 - 3 Port Unreachable
 - 4 Fragmentation Needed and DF set
 - 5 Source Route Failed
 - 6 Destination Network Unknown
 - 7 Destination Host Unknown
 - 8 Source Host Isolated
 - 9 Communication with destination network administratively prohibited
 - 10 Communication with destination host administratively prohibited
 - 11 Network Unreachable for type of Service
 - 12 Host Unreachable for type of Service