

# IPv6

## L'avenir de l'IP

# IPv6

- Parfois appelé IPng (IP next (new) generation)
- Premier standard en 1995 !!!
- IETF standard : 08/1998
- Fin des adresses v4 le 3 février 2011 (game over)
- Adresses v6 codées sur 128 bits (16 bytes) au lieu de 32 en v4.
- IPv5 réservé pour un protocole orienté flux (ST-2) qui n'a jamais été retenu, mais a été remplacé par RSVP

# IPv6 – Pourquoi ?

- Adresses IPv4 codées sur 32 bits => 4.3 milliards d'adresses disponibles
- Mais, structurées => 250 millions disponibles
- DoD US: 15% des adresses disponibles
- Solutions: DHCP – NAT (rustines, très efficaces pour l'instant)

# IPv6 – Applications

- Pas de 'killer application' pour l'instant... peut-être l'IP mobile, qui nécessitera une grande quantité d'adresses
- Nouvelles applications: PDA, Téléphonie mobile, HAN, Peer to peer application, voitures etc...
- Pays émergents sont demandeurs !!!

# IPv6 – Quand ?

- Querelles de madames Soleil, au début. Maintenant, c'est aujourd'hui !
- En 2004: 2025, en 2005: 2017...
- Le gouvernement américain force ces agences à passer en v6 en ... 2008 !
- En 2008, quasiment toutes ces agences annoncent qu'elles ne sont pas prêtes pour la migration...
- En 2010... 2011 voire 2009 !
- En 2011: plus d'adresses... mais il en reste chez les ISP, et NAT fonctionne toujours bien !

# IPv6 – Implémentation native

- Idée générale : intégrer nativement dans le protocole certains points manquants à IPv4
  - Point à point
  - Sécurité (IPSEC)
  - Support pour QoS
  - Support pour Multicast
  - Simplification des processus de routage (plus de fragmentation)
- Migration de v4 à v6

# IPv6 – Adresses 1

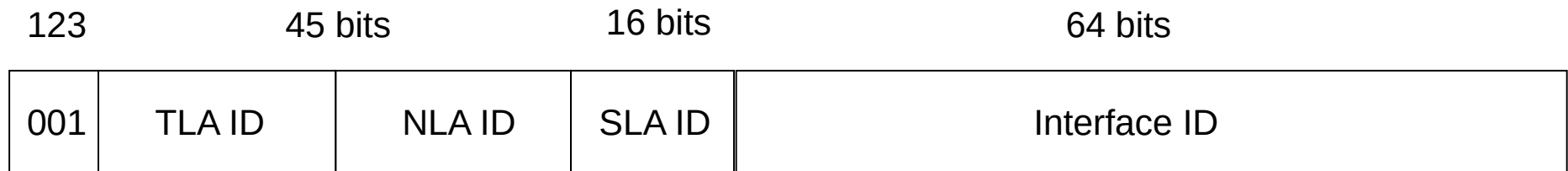
- $2^{128} = 3,4 \cdot 10^{38}$  !
- 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 adresses !
- Soit 667.713.200 milliards d'adresses disponibles par  $\text{mm}^2$  de surface terrestre!!!
- $2^{52}$  adresses disponibles par étoile connue dans notre univers !
- Ex : 3ffe:1900:0000:0003:0200:f8ff:fe21:67cf, soit 39 chars (notation canonique) !!!

# IPv6 – Adresses 2

- Notation abrégée (supprimer les '0' inutiles)  
3ffe:1900::3:200:f8ff:fe21:67cf
- CIDR
- Structure

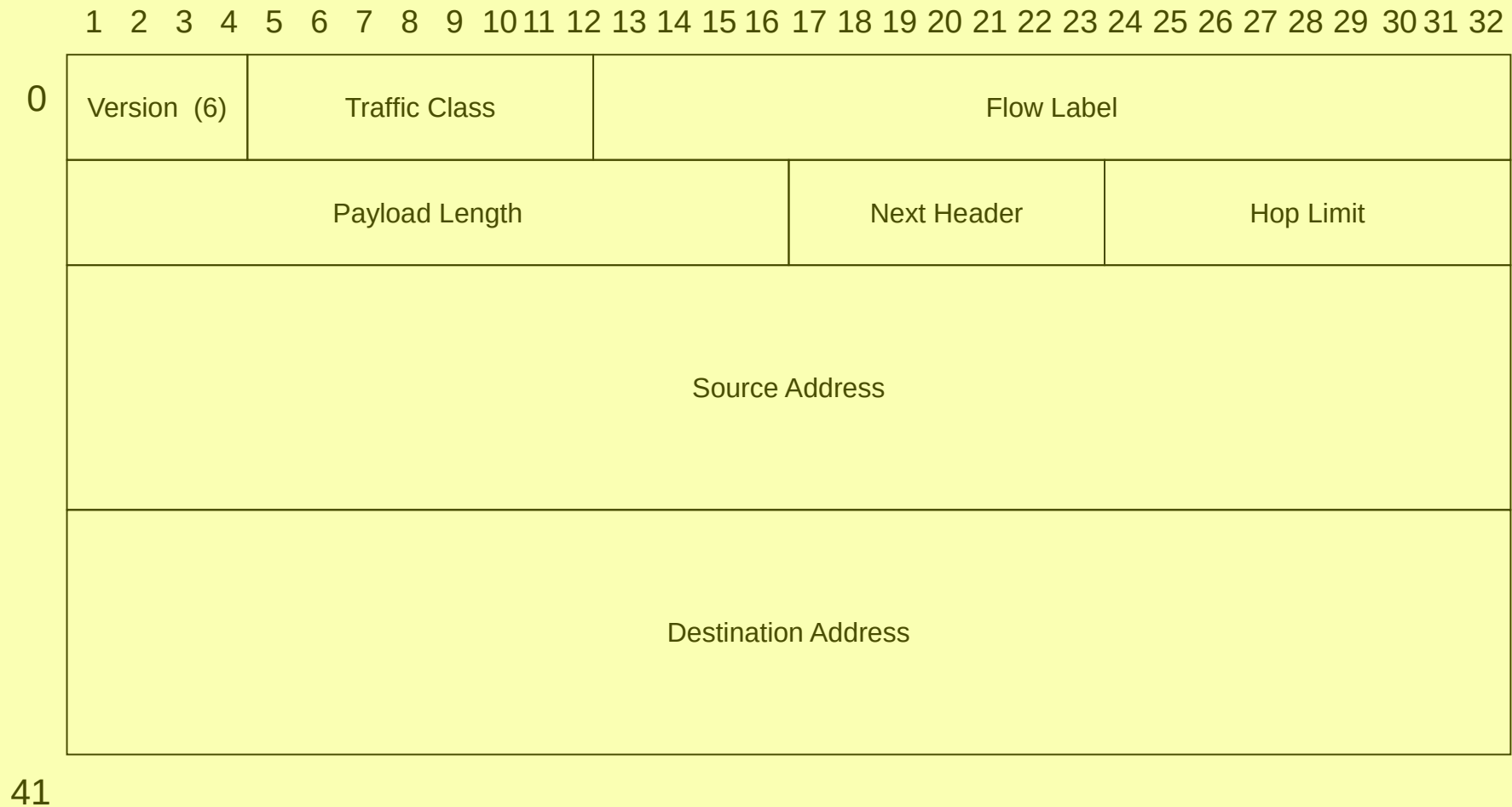


# IPv6 – Adresses



- TLA: Top Level Aggregator
- NLA: Next Level Aggregator (TLA + NLA = Public Topology)
- SLA: Site Level Aggregator (Site Topology)
- Interface: Identifiant de l'interface (cf MAC) – Host ID ou dérivé (attention : protection de la vie privée : débat)

# IPv6 – Paquet



# IPv6 – Les champs

- Version : 6 (équivalent v4 : version)
- Traffic Class : QoS (équivalent v4 : DSCP)
- Flow label : Flux (équivalent v4 : Label MPLS)
- Next Header : permet de savoir quel est le protocole de niveau 4 (équivalent v4 : Protocol ID)
- Hop Limit : équivalent du TTL
- Adresses source et destination : clair !
- Plus de 'Header Length'

# IPv6 - Fragmentation

- Contrairement à IPv4, un routeur IPv6 ne fragmente plus un paquet. Il renvoie un 'ICMPv6 Packet Too Big' et jette le paquet.
- C'est à l'application de gérer ce problème !!!

# IPv6 – Mécanisme d'autoconfiguration

# IPv6 – Problème

- L'œuf et la poule: les ISP ont attendu les applications et les applications ont attendu les ISP...
- Manque de contenu Web IPv6 (en cours de développement)
- En 2011, début du contenu Web en IPv6 natif (0,5%). En 2013, ce contenu est monté à 4,8 %. Belle augmentation, exponentielle !
- Windows XP, Vista et Windows7, MACOS et Linux implémentent tous IPv6
- Les constructeurs de routeurs ont adapté leurs stacks (Cisco, Juniper, Alcatel etc...)

# IPv6 – Problèmes

- DNS (Record AAAA)
- Routage
- Sécurité (IPSec et IKE)
- Migration v4 to v6
- Formation (très) insuffisante des IT managers
- Manque de conscientisation (forte) des High Level Managers
- Effet 'An 2000' à prévoir ???
- Migrez !

# IPv6 – Solutions

- Dual stack
- 6to4 (Tunneling de v6 dans v4, NLA = adresse v4)
- RIPng (RFC2080)
- OSPFv3 (RFC2740)
- BGP4+ (RFC2545)
- ...

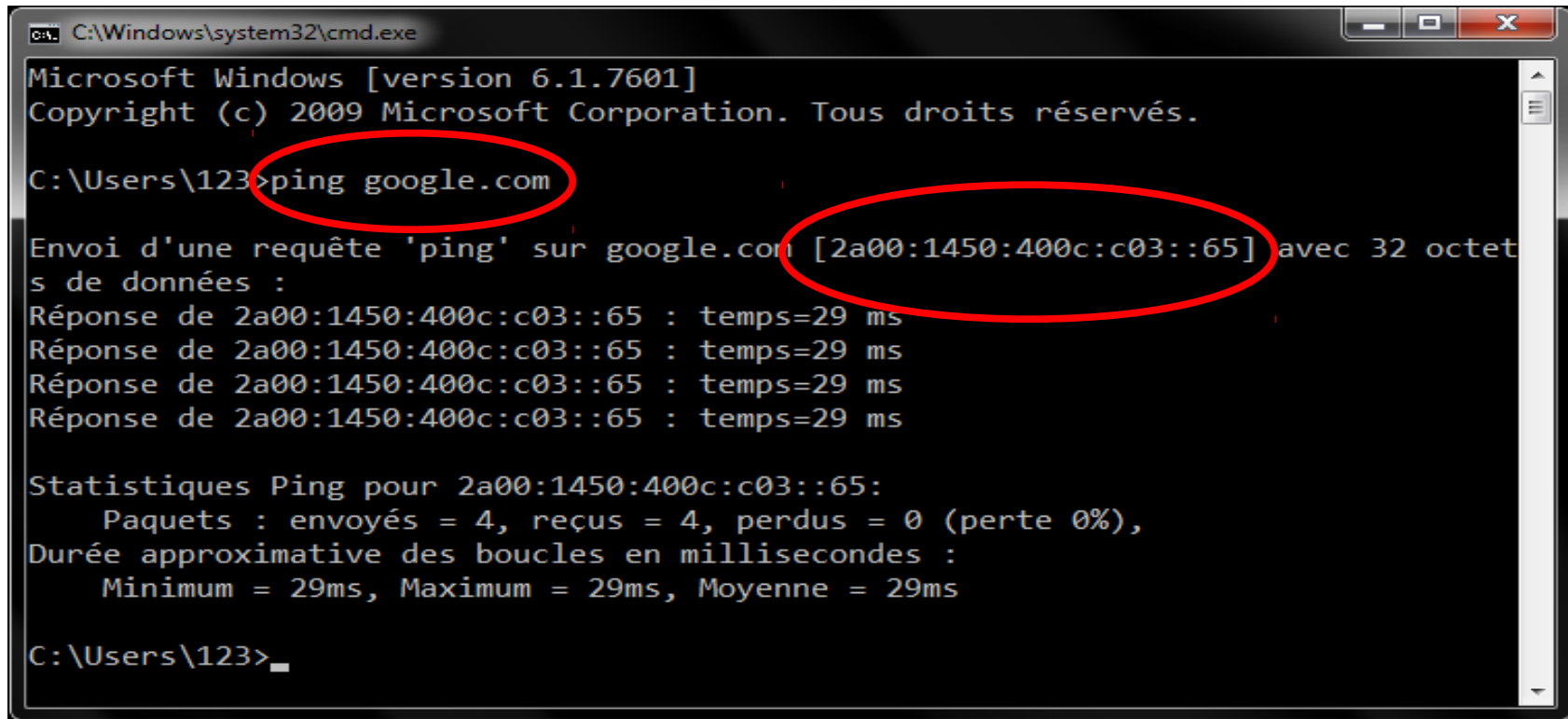


# IPv6 – Aujourd'hui (2013)

- Core IPv4
- Edge: IPv6 & Dual Stack
- Utilisateurs: IPv6
- Les ISPs commencent timidement (Voo, Belgacom avec la B-Box3...)
- Attention : nouvelle menace : les PC se retrouvent tous avec une adresse publique !

# IPv6: ping de chez Voo

- Encore une fois, l'indépendance des couches
- L'IPv6 implémenté chez un étudiant de l'IPL



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

C:\Users\123>ping google.com

Envoi d'une requête 'ping' sur google.com [2a00:1450:400c:c03::65] avec 32 octets
de données :
Réponse de 2a00:1450:400c:c03::65 : temps=29 ms
Réponse de 2a00:1450:400c:c03::65 : temps=29 ms
Réponse de 2a00:1450:400c:c03::65 : temps=29 ms
Réponse de 2a00:1450:400c:c03::65 : temps=29 ms

Statistiques Ping pour 2a00:1450:400c:c03::65:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 29ms, Maximum = 29ms, Moyenne = 29ms

C:\Users\123>
```

The screenshot shows a Windows command prompt window titled "C:\Windows\system32\cmd.exe". The text inside shows a successful ping to google.com using an IPv6 address. Two red circles highlight the command "ping google.com" and the IPv6 address "[2a00:1450:400c:c03::65]" in the output line.

# IPv6 – Le traffic

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.0.7	8.8.8.8	DNS	69	Standard query 0x9be6 A google.be
2	0.023412	8.8.8.8	192.168.0.7	DNS	325	Standard query response 0x9be6 A 109.88.203.89 A 109.88.203.113 A 109.88.203.88 A 109.88
3	0.024210	192.168.0.7	8.8.8.8	DNS	69	Standard query 0xcef4 AAAA google.be
4	0.054085	8.8.8.8	192.168.0.7	DNS	97	Standard query response 0xcef4 AAAA 2a00:1450:400c:c05::5e
5	0.062293	2a02:2788:34:1e3:4cf3:b60f:581c:66ea	ff02::1:ff78:a18d	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::3246:9aff:fe78:a18d from 88:53:2e:05:21:ac
6	0.064316	fe80::3246:9aff:fe78:a18d	2a02:2788:34:1e3:4cf3:b60f:581c:66ea	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement fe80::3246:9aff:fe78:a18d (rtr, sol, ovr) is at 30:46:9a:78:a1:8d
7	0.064578	2a02:2788:34:1e3:4cf3:b60f:581c:66ea	2a00:1450:400c:c05::5e	TCP	86	20047 > http [SYN] Seq=0 Win=8192 Len=0 MSS=1440 WS=4 SACK_PERM=1
8	0.088449	2a00:1450:400c:c05::5e	2a02:2788:34:1e3:4cf3:b60f:581c:66ea	TCP	86	http > 20047 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=62304 Len=0 MSS=1416 SACK_PERM=1 WS=64
9	0.088579	2a02:2788:34:1e3:4cf3:b60f:581c:66ea	2a00:1450:400c:c05::5e	TCP	74	20047 > http [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=66552 Len=0
10	0.146331	2a02:2788:34:1e3:4cf3:b60f:581c:66ea	2a00:1450:400c:c05::5e	HTTP	415	GET / HTTP/1.1