

# IPV6

Auteur Pascal Petit

De nombreux éléments de ce cours sont tirés du cours IPV6 de France université numérique

<https://www.fun-mooc.fr/courses/MinesTelecom/04012S02/session02/info>

# Licence

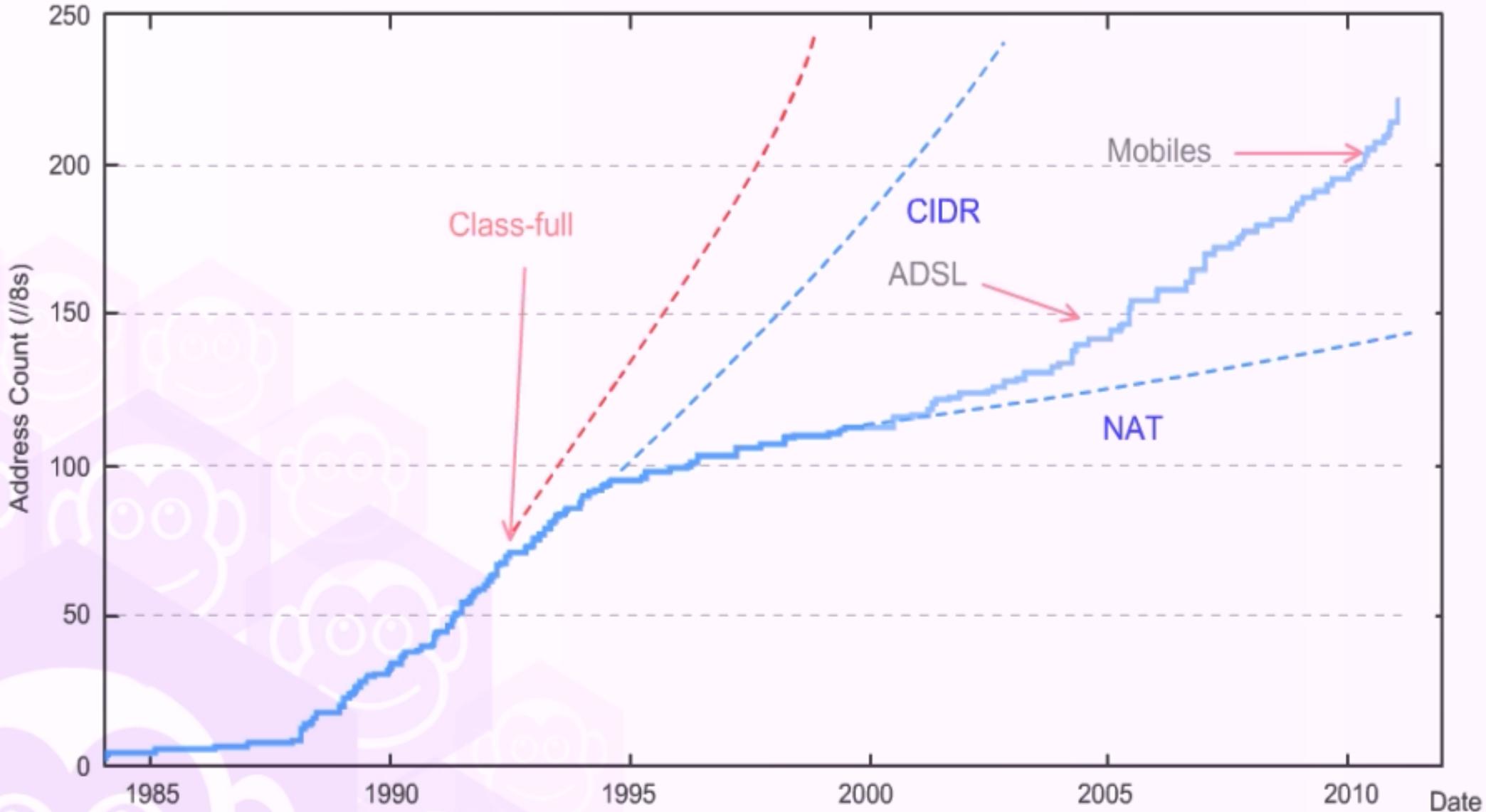
- Ce document est publié sous la Creative Commons CC BY-SA 4.0 International
  - Vous pouvez le modifier à votre guise
  - Vous pouvez distribuer ce document et les versions modifiées, y compris pour utilisation commerciale ;
  - Vous devez attribuer le document initial à leurs auteurs et préciser les éventuelles modifications que vous aurez faites ;
  - Les versions que vous distribuez, modifiées ou non par vous doivent être distribuées sous les mêmes conditions.

# Protocole IPV6

- Successeur d'ip v4
- Finalisé dans la RFC 2460 (décembre 1998)
- Espace d'adressage important (adresses de 128 bits)
  - Résout l'épuisement des adresses ipv4
  - Élimine la nécessité d'utiliser du NAT (traduction d'adresses)
  - Permet plus de flexibilité dans l'attribution des adresses
  - Permet une meilleure agrégation des routes dans les tables de routage d'internet
- Mécanismes d'attributions automatiques d'adresses IP
- Intégration de la sécurité (IPSec)
- Simplification du format de l'entête

# Épuisement IPv4

Time Series of IANA Allocations



Source : <http://livre.g6.asso.fr/images/7/7e/41-fig1-v1.png>

# Adressage IPv6

- 2 fonctions comme en IPV4
  - Identification d'une machine parmi l'ensemble des machines du réseau
  - Localisation :
    - Globale identifiant le réseau
    - Locale identifiant une machine sur un réseau donné
- Comme en IPV4 :
  - Routage
  - Partie réseau et partie hôte d'un adresse IP
  - 2 hôtes ayant la même partie réseau sont sur le même réseau
  - Notation CIDR /nn pour indiquer la taille de la partie réseau

# Adressage IPv6

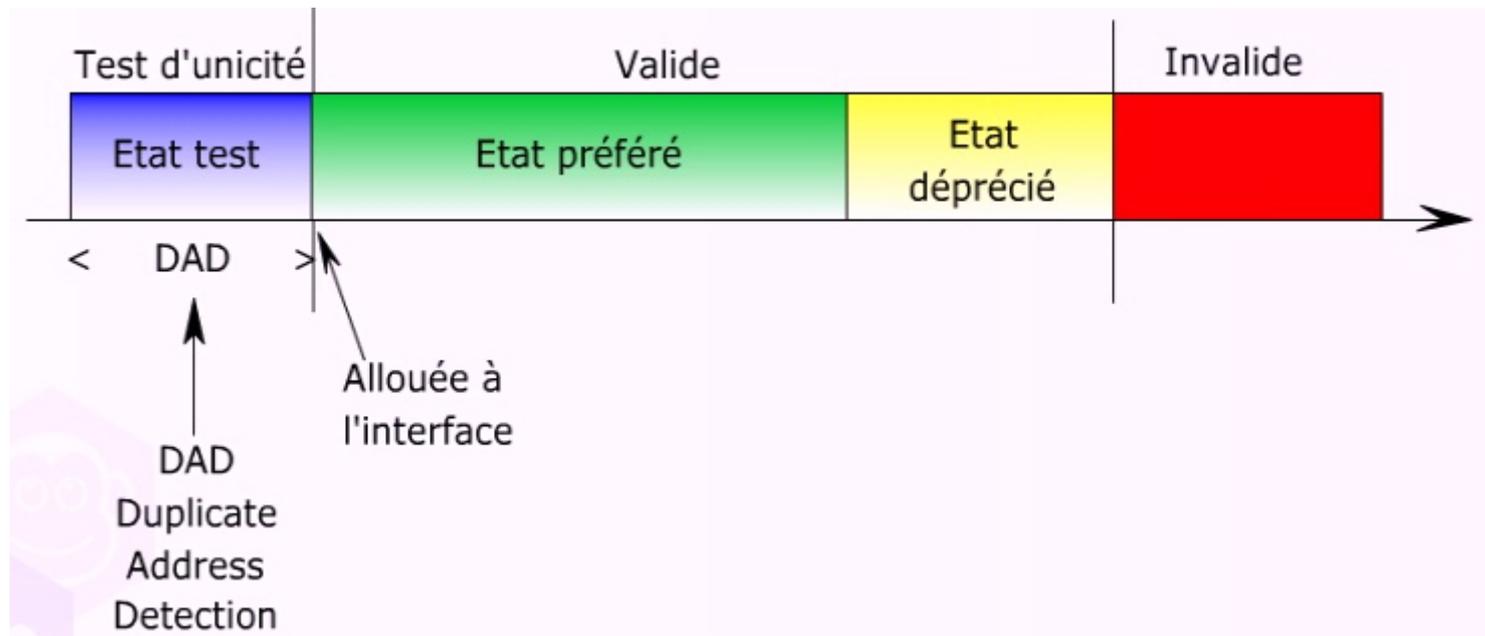
- Adressage hiérarchique
  - Opérateurs du coeur d'internet : décisions sur des préfixes courts
  - En périphérie, routage sur des préfixes longs
- l'adresse IPv6 fait 128 bits (contre 32 bits pour l'adresse IPv4)
- Les sites multidomiciliés ont autant d'adresses que de fournisseurs
- Des mécanismes de renumérotation automatique permettent de changer facilement de préfixes

# Durée de vie d'une adresse IPv6

- l'attribution d'une adresse à une interface est temporaire
- Durée de vie : temps pendant lequel l'interface est dépositaire de l'adresse
- Par défaut 30 jours
- Cas particulier : une adresse lien local a une durée de vie illimitée (fe80...)
- Renumérotation d'interface : passage d'une adresse à une autre
  - Transition via un mécanisme obsolescence ;
  - Plusieurs adresses valides à une même interface

# Vie d'une adresse IPv6

- État d'un IPv6 :
  - DAD : duplicate adress detection
  - Préféré : pas de restriction
  - Déprécié : non utilisé pour nouvelles connexions



# Notation des adresses IPV6

- 16 octets
- adresse notée en hexadécimal (16 chiffres de 0 à 9 puis de A à F)
- En majuscules ou en minuscules ou en mixant les 2
- Exemple : 2001:0db8:0000:0000:0008:0800:200C:417A
- Par convention ; on peut supprimer les 0 de poids forts non significatifs : 2001:db8:0:0:8:800:200C:417A
- On peut abrégé plusieurs champs nuls consécutifs par :: (mais une seule fois) : 2001:db8::8:800:200C:417A

# Exemples :

exemple	l'adresse	Peut s'écrire
Adr. unicast	2001:db8:0:0:8:800:200C:417A	2001:db8::800:200C:417A
Adr. multicast	ff01:0:0:0:0:0:0:101	ff01::101
bouclage	0:0:0:0:0:0:0:1	::1
Non spécifiée	0:0:0:0:0:0:0:0	::
Lien local	fe80:0:0:0:64:73ff:fe77:6160/64	fe80::64:73ff:fe77:6160/64

# IPv6 notation canonique

- RFC 5952
- Présentation destinée à l'affichage, aux sorties des programmes, log, ...
- En entrée, tout logiciel doit accepter toutes les formes valides
- Forme canonique
  - Supprimer les zéros initiaux
  - :: doit être utilisé sur la série la plus longue, la plus à gauche en cas d'égalité
  - Chiffres hexa en minuscules
  - Si un numéro de port doit être indiqué, l'adresse doit être entre crochets

# Examples

# Types d'adresses IPV6

- Adresses unicast
- Adresses multicast
- Adresses Anycast
- Types d'adresses généralement définis par leur préfixe dans le RFC3513

# Adresses unicast

- Adresses globales : unique sur tout l'Internet  
2000 ::/3 (adresses commençant par 2 ou 3)
- Adresses localement restreinte (obsolète) :  
équivalent des adresses privées d'IPv4
- Lien local : restreintes à un lien ou à un  
domaine de diffusion type VLAN. Ne sera pas  
routée : fe80 :....

# Adresses multicast/anycats

- Adresses multicast :
  - désigne un groupe d'interfaces appartenant à différents nœuds pouvant être situés n'importe où sur le réseau.
  - le paquet est remis à TOUTES les interfaces du groupe
  - Remplace en plus souple et en plus sélectif la diffusion (broadcast) d'IPv4 : ex. s'adresser à tous les serveurs DHCP, à tous les routeurs, ...
- Adresses anycast
  - Désigne un groupe d'interfaces
  - Le paquet est remis à UN des membres du groupe
  - Utilisation expérimental pour l'instant (2016)

# Adresses unicast globales : RFC3587

- RFC3587
  - définit la structure d'adressage IPv6 en précisant les tailles de chacun des blocs
  - géré hiérarchiquement
    - Topologie publique fournie par le FAI (48 bits)
    - Topologie de site (16 bits)
    - Identifiant d'interface des hôtes sur 64 bits
  - Un opérateur peut aussi fournir un /56 à ses clients



# Adresses unicast globales : RFC3587

- Préfixes réservés :
  - préfixe 2002::/16 qui est est réservé au mécanisme de transition 6to4;
  - préfixe 2001:db8::/32 est réservé pour la documentation (non routé)
  - préfixe 3ffe::/16 était le préfixe des adresses du réseau expérimental 6bone (arrêté le 6/6/2006, déprécié)
- Le plan 2000/3 a été découpé en plages affectées par l'IANA aux différents RIR

# L'adressage IPv6

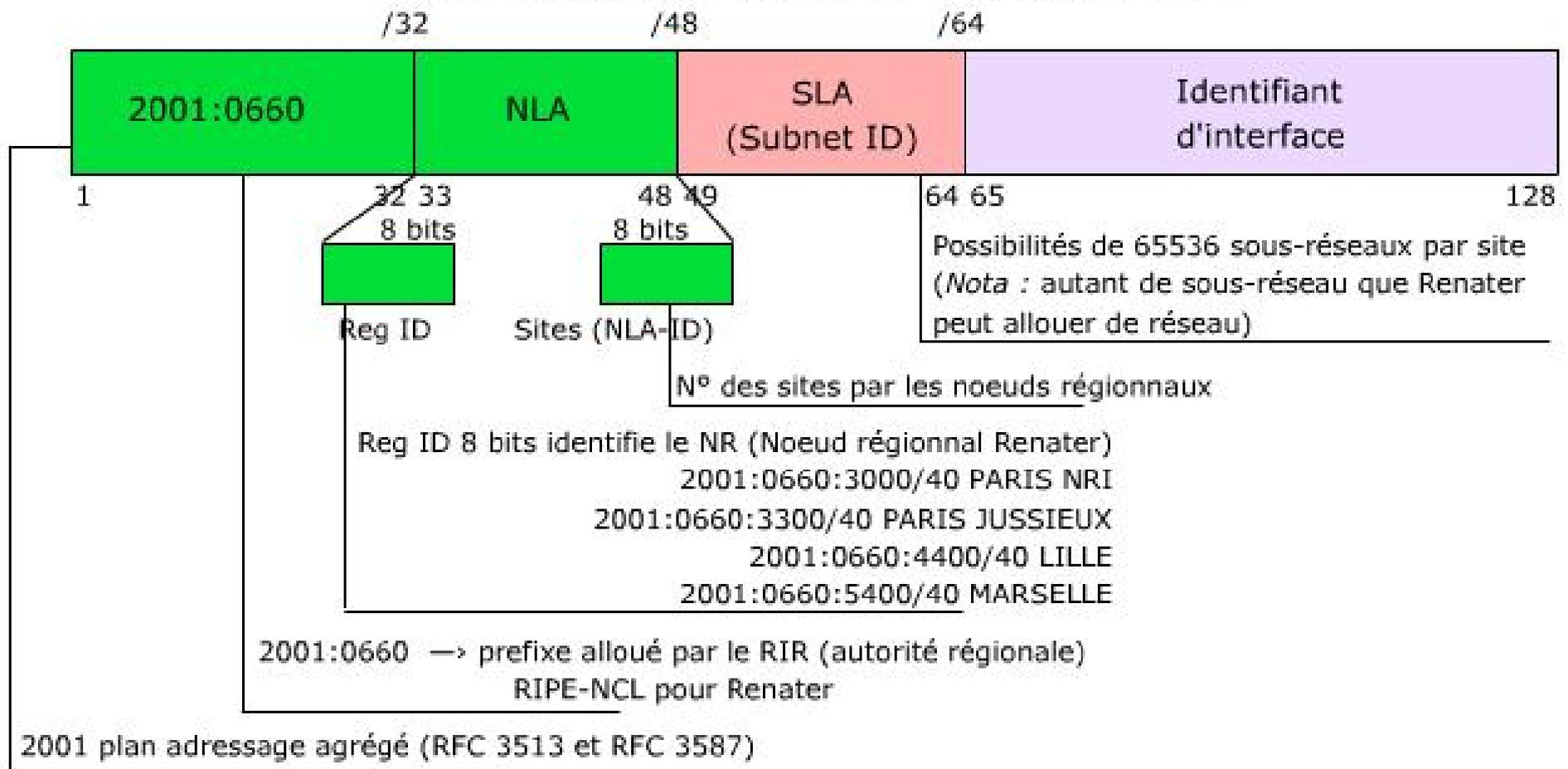
Allocation	Préfixe binaire	Préfixe Hexa
Réservé	0000 0000	0000 :: / 8
Non alloué	0000 0001	0100 :: / 8
Réservé pour allocation	0000 001	0200 :: / 8
Non alloué	0000 01	0400 :: / 6
Non alloué	0000 1	0800 :: / 5
Non alloué	0001	1000 :: / 4
<b>Global Unicast</b>	<b>001</b>	<b>2000 :: / 3</b>
Non alloué	010	4000 :: / 3
Non alloué	011	6000 :: / 3
Non alloué		100 8000 :: / 3
Non alloué		101 A000 :: / 3
Non alloué		110 C000 :: / 3
Non alloué		1110 E000 :: / 3
Non alloué	1111 0	F000 :: / 3
Non alloué	1111 10	F800 :: / 3
Non alloué		1111110 FC00 :: / 7
Non alloué	1111 1110 0	FE00 :: / 9
<b>Link-Local Unicast Adresses</b>	<b>1111 1110 10</b>	<b>FE80 :: / 10</b>
<b>Site-Local Unicast Adresses</b>	<b>1111 1110 11</b>	<b>FEC0 :: / 10</b>
<b>MultiCast Adresses</b>		<b>11111111 FF00 :: / 8</b>

Allocation  
maintenant  
obsolète

# Adresses IPV6

## L'adressage Renater 3 est conçu de manière hiérarchisée

Chaque site se voit attribuer un NLA-ID soit 48 bits



# Mécanismes de gestion : découverte de voisins

- Remplace ARP
- Obtention de l'adresse Mac ou détection d'adresses IP dupliquées
- Via des messages ICMPv6
  - Sollicitation d'un voisin (Neighbor Sollicitation ou NS)
  - Annonce d'un voisin (NeighborAdvertisement ou NA).
- Adresse destination : adresse multicast en général (pas de broadcast)

# Mécanismes de gestion : autoconfiguration

- Étapes

- Mise en place d'une adresse lien local (vérification d'unicité)
  - La machine peut communiquer avec les hôtes de son réseau
- Obtention des informations de son routeur
  - Autoconfiguration sans état (choix de l'IP par l'hôte)
  - Autoconfiguration avec état (DHCPv6)
- Routeur par défaut : adresse source du paquet d'annonce de routeur
- Dns (cas sans état) : RFC3646
  - Via DHCP
  - Via les annonces de routeur (RA)
  - Via anycast (abandonnée)

# Transition vers ipv6

- IPV6 a de nombreux points communs avec IPV4
- MAIS IPV6 est incompatible avec IPV4
  - Un client IPV4 ne peut communiquer directement avec un serveur IPV6
  - Un client IPV6 ne peut communiquer directement avec un serveur IPV4
- Une machine peut communiquer simultanément en IPV4 et en IPV6 (dual stack)
- Comment faire communiquer des îlots IPV6 au travers d'un réseau IPV4 ?
- Pas de grand soir mais une intégration progressive d'IPV6 dans le réseau actuel (=> nécessite de mécanismes de compatibilité)

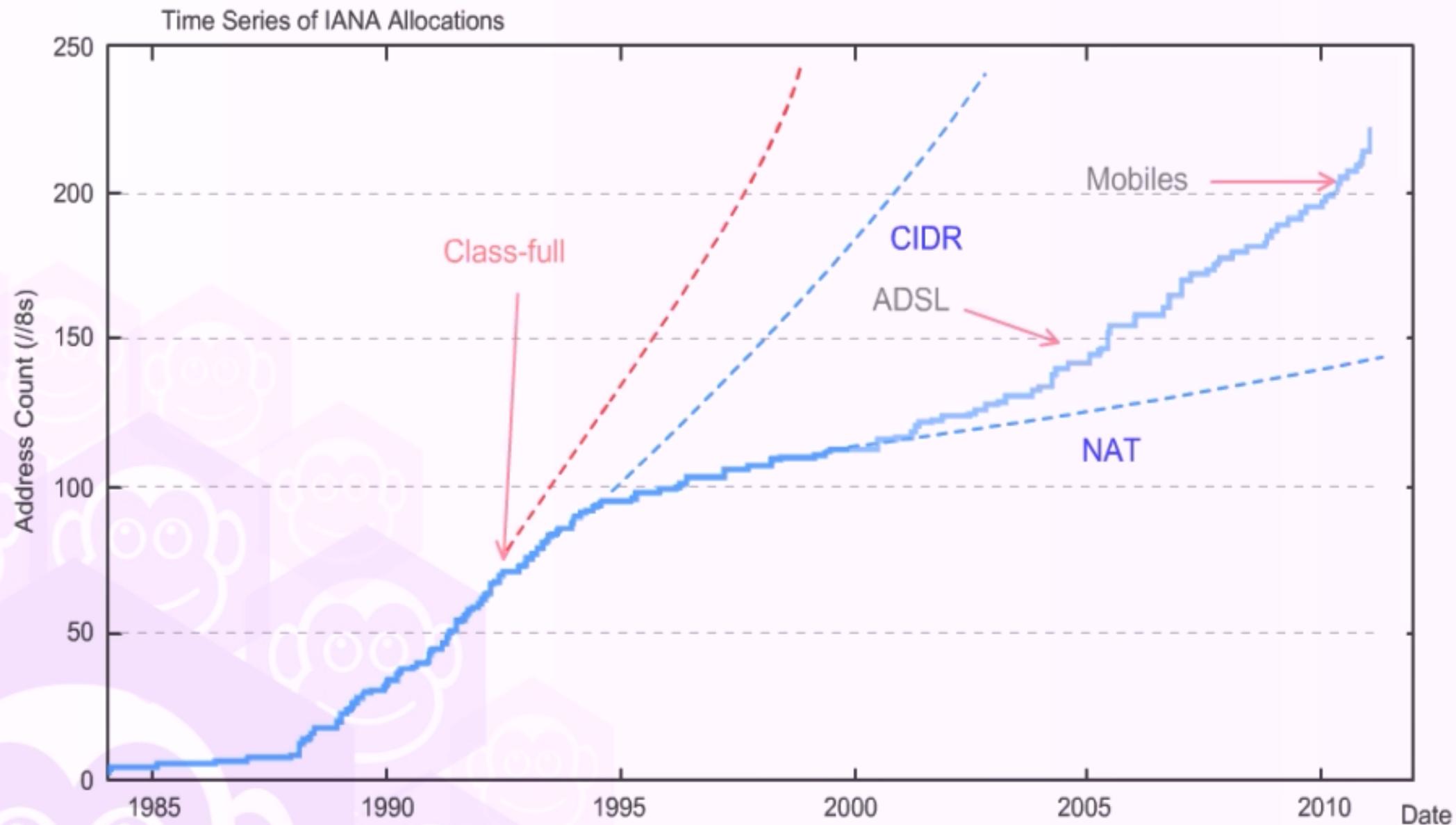
# IPV4/IPV6 : état des forces

- IPV4 : épuisement des adresses
  - 3 février 2011 : plus aucun bloc libre (tous affectés à registre régional)
- Remèdes à l'épuisement
  - CIDR (1993, rfc1518, rfc1519 → rfc4632) ;
  - Mise en œuvre de Server Name Indication (SNI, rfc4366) permettant plusieurs noms de serveurs https sur une même IP ;
  - Adresses privées (rfc1918) et traduction d'adresse (NAT)
  - CGNAT (Carrier Grade NAT ou NAT444, rfc6888)

# NAT, CGNAT : une mauvaise solution

- Ici, on décrit les problèmes posés par ces solutions

# Épuisement IPv4



Source : <http://livre.g6.asso.fr/images/7/7e/41-fig1-v1.png>

# IPV6

- l'adoption d'ipv6 progresse : le 11/11/2016, 13,12 % des requêtes google venaient de machine en ipv6 (cf <https://www.google.fr/ipv6/statistics.html>)
- Akamai a des statistiques équivalentes (avec un taux de 47 % pour la Belgique, cf <https://www.akamai.com/fr/fr/our-thinking/state-of-the-internet-report/state-of-the-internet-ipv6-adoption-visualization.jsp>)
- De plus en plus de fournisseurs d'accès supportent ipv6
- Certains réseaux mobile sont en ipv6 seul cf <http://blog.g6.asso.fr/2013/11/07/t-mobile-usa-un-reseau-3g>

# IPv6

- Les CDN (Content Delivery Networks) supportent souvent ipv6 (Akamai, Cloudflare, ...)
  - Mise à dispo en ipv6 (et ipv4) via les serveur du CDN du contenu d'un serveur maître seulement ipv4
- Logiciels
  - IP : couche 3 ne devrait pas avoir d'impact sur les logiciels (couche application)
  - Des logiciels sont capables de manipuler des adresses IPv6 ou IPv4 quelque soit le mode de communication
    - ex. le DNS qui a des enregistrement A (nom → IPv4) ou AAAA (nom → IPv6) ou PTR (adresse → nom, commun IPv4 et IPv6)
  - Certains logiciels anciens ou mal programmés ne savent pas manipuler les adresses IPv6
  - Cf « Programmer pour IPv6 ou tout simplement programmer à un niveau supérieur ? » de S. Bortzmeyer <http://www.bortzmeyer.org/network-high-level-programming.html>
  - Apple a imposé en 2015 que les logiciels proposés dans ses boutiques (Appstore) soient compatibles IPv6
    - Cf « Apple pousse IPv6, car c'est stratégique pour l'Internet des Objets » de Pierre Col <http://www.zdnet.fr/actualites/apple-pousse-ipv6-car-c-est-strategique-pour-l-internet-des-objets-39820608.htm>