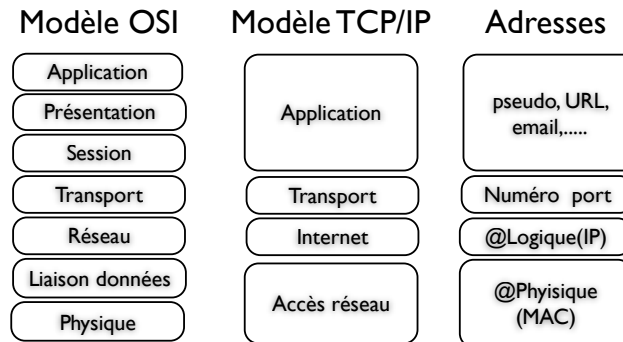


Adressage MAC & Adressage IPv4,

Une adresse permet d'identifier de façon unique une interface, une machine, une application (un processus), une ressource, un fichier, un document, un utilisateur, ... sur un réseau



L'adressage MAC (Medium Access Contrôle ou Médium Access Conect)

L'adresse MAC est une adresse physique assignée à une carte d'un équipement terminal. Elle permet d'identifier un équipement de façon unique dans un réseau. Elle est attribué par un constructeur et est codé en hexadécimal.

Structure d'une adresse MAC

L'adresse MAC est codée en binaire sur 48 bits et représentée en hexadécimal par 12 chiffres hexadécimaux séparés deux à deux par 2 points ou des tirets

Exemple
 1A : 2B : 3C : 4D : 5E : 6F
 1A - 2B - 3C - 4D - 5E - 6F

L'adresse MAC est composée de deux parties :

- Une partie (les 3 premiers octets) dédiée au constructeur ou au fabriquant de la carte, elle représente l'identifiant du constructeur ou l'organisation OUI (Organizationally Unique Identifier) gérée par l'IEEE, qui référence ces correspondances.
- Une partie (les 3 derniers octets) réservée à la carte elle permet d'identifier la carte au sein du constructeur

Identifiant constructeur			Identifiant carte		
Xx	Xx	xx	xx	xx	xx

X ∈ [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F]

Le nombre de bits variable dans une représentation détermine le nombre d'éléments à représenter.

L'adresse MAC étant composée de 6 octets, les deux bits de poids faibles du premier octet sont réservés.

XXXXXXxx	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
1 ^{er} octet	2 ^{ème} octet	3 ^{ème} octet	4 ^{ème} octet	5 ^{ème} octet	6 ^{ème} octet

X ∈ [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F]

Les deux bits de poids faibles du premier octet sont particuliers:

- Le bit à droite est appelé bit I / G (individuel ou de groupe). Ce bit est à 0 si l'adresse est individuelle (appartient à une carte). Si le bit est à 1, l'adresse est une adresse de groupe (multicast ou broadcast)
- Le bit le plus à gauche est appelé bit U / L (universel ou local). Si le bit est à 0 l'adresse est universelle (attribuée par un constructeur reconnu), s'il est à 1 l'adresse est locale.

NB : l'adresse MAC de diffusion est FF : FF : FF : FF : FF : FF pour tout réseau.

Exercices d'application : les adresses MAC suivantes sont-elles valides ?

10:2f:6b:69:6b:23

88:9b:39:3f:09:01

f0:b4:79:17:cf:bc

43:f0:2f:2a:10:52

0c:bd:51:ee:c9:51

Un organisme a été créé sous forme d'un consortium comprenant les constructeurs DEC, Intel, Xerox. Aujourd'hui c'est l'IEEE qui les distribue aux constructeurs de matériels.

Exemples

IBM 08 :00 :5a

CISCO 00 :00 :0c

Tektronix 08 :00 :11

3COM 02 :60 :8c

Les adresses MAC, attribuées par l'IEEE, sont utilisées dans beaucoup de technologies réseau, parmi lesquelles on peut citer : ATM; Ethernet , et AFDX, Réseaux sans fil Bluetooth ; Réseaux sans fil Wi-Fi, Token Ring, ZigBee

Quelques Adresses particulières

FF:FF:FF:FF:FF:FF Adresse broadcast

01:00:0C:CC:CC:CC Cisco Discovery Protocol

01:80:C2:00:00:00 Spanning Tree Protocol

33:33:xx:xx:xx:xx Adresses multicast IPv6

01:00:5E:xx:xx:xx Adresses multicast IPv4

00:00:0c:07:ac:xx Adresses HSRP

00:00:5E:00:01:XX Adresses VRRP

L'adressage dans IP v4 (Internet Protocol version 4)

Une adresse IP est une adresse logique attribuée à un équipement. Elle permet de l'identifier de façon unique dans un réseau logique. L'adresse IP est représentée en décimal, c'est une suite de 4 nombres décimaux compris entre 0 et 255 et séparés par des points : on parle de notation décimale pointée

Exemple 18. 230. 5. 46

En binaire l'adresse IP est codée sur 32 bits car chaque nombre de 0 à 255 sera représenté sur 8 bits

Exemple 18. 230. 5. 46

18	230	5	46
00010010	11100110	00000101	00101110

Structure d'une adresse IP

Une adresse IP est composée de deux parties.

- Une partie réseau (à gauche) : elle est identique pour tous les équipements appartenant à un même réseau
- Une partie machine ou hôte (à droite) : elle permet d'identifier de façon unique un équipement dans un réseau logique

Partie réseau	Partie machine
---------------	----------------

La partie réseau et la partie machine varient selon la classe de l'adresse IP. On parle alors d'adressage par classe. On distingue 5 classes d'adresse IP : A, B, C, D, E

- **La classe A** : permet d'avoir un **petit nombre de réseaux** (2^8) et un **grand nombre d'adresses IP** (2^{24}) dans chacun des réseaux. Son usage est plus adéquat pour les grandes entreprises
- **La classe B** : permet d'avoir un **nombre moyen de réseaux** (2^{16}) et un **nombre moyen d'adresses IP** (2^{16}) dans chacun des réseaux. Son usage est plus adéquat pour les moyennes entreprises
- **La classe C** : permet d'avoir un **grand nombre de réseaux** (2^{24}) et un **petit nombre d'adresses IP** (2^8) dans chacun des réseaux. Son usage est plus adéquat pour les petites entreprises, les réseaux personnels, domestiques etc....
- **La classe D** : est utilisée pour la transmission multicast
- **La classe E** : est réservée pour le futur

Les classes d'adresses IP

La logique binaire de répartition des adresses IP par Classe : elle est basée sur le premier octet selon la variation du tout premier bit (classe A), des deux premier bits (classe B), des trois premiers bits (classe C) et des quatre premiers bits (classe D et E) en notation binaire.

Premier octet

CLASSE A	00000000	0
	00000001	1
	--	--
	--	--
	01111110	126
	01111111	127
CLASSE B	10000000	128
	10000001	129
	--	--
	--	--
	10111101	189
	10111110	190
CLASSE C	10111111	191
	11000000	192
	11000001	193
	--	--
	--	--
	11011101	221
CLASSE D	11011110	222
	11011111	223
	11100000	224
	11101111	225
	--	--
	--	--
CLASSE E	11101111	239
	11110000	240
	11110001	241
	--	--
	--	--
	11111110	254
	11111111	255

Classe A

En binaire une adresse IP est de classe A si le bit de poids fort du premier octet (le plus à gauche) est à 0.

Not ID	HOST ID		
0xxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx

En décimal une adresse IP est de classe A si le premier nombre est compris entre 0 et 127.
Pour la classe A le premier nombre représente la partie réseau et les 3 derniers représentent la partie machine ou hôte.

Partie réseau	Partie machine		
0 à 127	0 à 255	0 à 255	0 à 255
Not ID	HOST ID		

Les adresses IP suivantes sont elles de classe A.

120.	6	0	5	VRAIE
30	13	0	2	VRAIE
130	10	0	8	FAUX

26	25	2		FAUX
40	63	258	9	FAUX

Nombre de réseau – nombre d'adresse IP / réseau :

Le nombre de réseaux dépend du nombre de bits variables de la partie réseau et le nombre d'adresse IP dépend du nombre de bits variables de la partie machine.

Ainsi le nombre de réseaux pour la classe A est de 2^7 réseaux (seuls 7bits/8 sont variables sur la partie réseau) soient 128 réseaux

0xxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx
7 bits variables	24 bits variables		

Dans chaque réseau on peut avoir 2^{24} adresses IP

Constats

- On a un petit nombre de réseau de classe A
- Chaque réseau de classe A compte un grand nombre d'adresses IP

Masque de réseau ou de sous réseau de classe A

Le masque de sous réseau permet de distinguer la partie réseau de la partie machine d'une adresse IP. Pour retrouver le masque de sous réseau, on met tous les bits de la partie réseau à 1 et ceux de la partie machine à 0.

Structure d'un masque de sous réseau par défaut de la classe A.

NET ID	HOST ID		
11111111	00000000	00000000	00000000
255.	0.	0.	0

Adresse réseau et adresse de diffusion

Chaque réseau logique à besoin d'une adresse IP qui permet de l'atteindre de l'extérieur c'est l'adresse réseau

Pour trouver l'adresse réseau on met la partie machine à 0 et on garde la partie réseau.

Xxxxxxxx	00000000	00000000	00000000
----------	----------	----------	----------

0 à 127	0	0	0
---------	---	---	---

Exemple soit l'adresse 16.32.64.5 de la classe A. Trouver son réseau d'appartenance ?

16	32	64	5
00010000	00100000	01000000	00000101

ON MET LA PARTIE MACHINE A ZERO

16	0	0	0
00010000	00000000	00000000	00000000

Adresse de diffusion

Chaque réseau possède une adresse de diffusion qui permet d'envoyer des messages à destination de toutes les machines de ce réseau. Pour trouver l'adresse de diffusion d'un réseau on met tous les bits de la partie machine à 1.

Structure d'une adresse de diffusion de classe A

0xxxxxxx	11111111	11111111	11111111
0 à 127	255	255	255

Exemple l'adresse IP 31.16.4.2 de classe A. Donner l'adresse de son réseau d'appartenance et celle de diffusion de ce réseau.

31	16	4	2
00011111	00010000	00000100	00000010
00011111	00000000	00000000	00000000
31	0	0	0

31	16	4	2
00011111	00010000	00000100	00000010
00011111	11111111	11111111	11111111
31	255	255	255

Par conséquent le nombre d'adresses IP attribuables à une machine (adresse IP machine ou adresse IP hôte) pour un réseau de classe A est de $2^{24} - 2$ (2= est adresse IP du réseau et adresse IP de diffusion du réseau)

Exercice donner le type (machine, réseau, diffusion) d'adresse

33.50.60.0	ADRESSE MACHINE
44.0.0.0	ADRESSE RESEAU
126.255.255.0	ADRESSE MACHINE
18.255.255.255	ADRESSE DE DIFFUSION
16.0.0.1	ADRESSE MACHINE

Classe B

En binaire une adresse IP est de classe B si les deux premiers bits de poids fort du premier octet sont respectivement à 1 0

STRUCTURE D'UNE ADRESSE IP DE CLASSE B BINAIRE

1ere octet	2ème octet	3ème octet	4ème octet
10XXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX

En décimale une adresse IP est de classe B si le premier nombre est compris entre 128 et 191. Pour la classe B les deux premiers nombres représentent la partie réseau et les deux derniers représentent la partie machine.

STRUCTURE D'UNE ADRESSE IP DE CLASSE B en DECIMAL

128 à 191	0 à 255	0 à 255	0 à 255
NET ID		HOST ID	

Nombre de réseaux et nombre d'adresse IP/réseau classe B

Nombre réseau

10XXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
14 BITS VARIABLES		16 BITS VARIABLES	

Nb réseaux = 2^{14}

Nb d'adresses IP = 2^{16}

Nb d'adresses IP machine par réseau

$2^{16} - 2$

Constatations :

- On a un nombre de réseaux moyen dans la classe B
- On a aussi un nombre moyen d'adresses IP dans chaque réseau

Masque de réseau ou de sous réseau par défaut de classe B

11111111	11111111	00000000	00000000
255	255	0	0

Adresse réseau/ Adresse de diffusion

Adresse réseau

10xxxxx	XXXXXXXX	00000000	00000000
128 à 191	0 à 255	0	0

Structure d'une adresse de diffusion

128 à 191	0 à 255	255	255
10XXXXXX	XXXXXXXX	11111111	11111111

Classe C

En binaire un adresse IP est de classe C si les trois dernier bits de poids forts du premier octet sont respectivement à 110

1ère octet	2ème octet	3ème octet	4ème octet
110xxxxx	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
NOT ID			HOST ID

En décimal, une adresse IP est de classe C si le premier nombre est compris entre 192 et 223. Pour la classe C les trois premiers nombres représentent la partie réseau et le dernier nombre représente la partie machine.

192 à 223	0 à 255	0 à 255	0 à 255
NET ID			HOST ID

Exemple

195	10	0	1	Classe C
138	10	2	3	Classe B
128	14	10	3	Classe B
200	8	1	1	Classe C

250	0	0	1	Non (classe E)
-----	---	---	---	----------------

Nombre de réseau de la classe C et nombre d'adresse IP/réseau

Nombre de réseaux : est calculé en fonction du nombre de bits variables de la partie réseau, donc 21 bits pour la classe C

Nombre de réseaux = 2^{21} réseaux

Nombre d'adresse IP par réseau : déterminé en fonction du nombre de bits variables de la partie machine (8 bits variables)

Nombre adresse IP = 2^8 adresses IP

Nombre IP machine = $2^8 - 2$ (adresse réseau et de diffusion)

Constat

Pour la classe C on a un grand nombre de réseau pour chaque réseau on a un petit nombre d'adresse IP (256)

Masque de sous réseau de classe C

- mettre la partie réseau à 1
- mettre la partie machine à 0

11111111	11111111	11111111	00000000
255	255	255	0

Adresse réseau et adresse de diffusion

- mettre la partie machine à 0 pour l'adresse réseau
- mettre la partie machine à 1 pour l'adresse de diffusion

STRUCTURE DE L'ADRESSE RESEAU

110xxxxx	Xxxxxxxx	Xxxxxxxx	00000000
192 à 223	0 à 255	0 à 255	0

STRUCTURE DE L'ADRESSE DE DIFFUSION

110xxxxx	Xxxxxxxx	Xxxxxxxx	11111111
192 à 223	0 à 255	0 à 255	255

TABLEAU RECAPITULATIF

Classe	1 octet en binaire	1 octet en décimal	Nombre de réseaux	Nombre de machine	Usage	Adresse réseau	Masque de sous-réseau	Adresse de diffusion
A	0XXXXXXX X = bit	0 à 127	$2^7 = 128$	$2^{24} - 2 = 16777214$	Grandes entreprises	Binaire 0XXXXXX.0000000. 0000000.0000000 Décimal 0 à 127.0.0.0	255.0.0.0	0 à 127.255.255.255
B	10XXXXXX X = bit	128 à 191	$2^{14} = 16384$	$2^{16} - 2 = 65534$	Moyens entreprises	Binaire 10XXXXXX.XXXXXXXX. 00000000.00000000 Décimal 191 à 223.0 à 255.	255.255.0.0	128 à 191.0 à 255.255.255
C	110XXXXX X = bit	192 à 223	$2^{21} = 2097152$	$2^8 - 2 = 254$	Domestique ou petites entreprises	Binaire 110XXXXX.XXXXXXXX. 00000000.00000000 Décimal 191 à 223.0 à 255.0 à 255.0	255.255.255.0	192 à 223.0 à 255.0 à 255.255

Adressage sans classe (CIDR) Classer Inter Domaine Routing

Pour apporter une solution à l'insuffisance d'adresse IP l'adresse sans classe a été introduite à travers le CIDR. Elle permet d'ajuster autant que possible le nombre d'adresses IP en fonction du nombre de machines.

Exemple : sans le CIDR, un réseau de 2 ordinateurs nécessitera au moins la classe C (256 adresses IP). Ce qui constitue un gaspillage d'adresses IP.

La notation utilisée en CIDR, consiste à représenter une adresse IP séparée par un / avec le nombre de bits à 1 du masque des sous réseau.

Exemple :

Adresse IP	Masque Sous Réseau	CIDR
10.10.55.24	255.255.240.0 11111111.11111111.11111000.0000000	10.10.55.24/20
130.45.54.13	255.254.0.0	130.45.54.13/15

Division d'un réseau en sous réseaux

La division d'un réseau en sous réseaux est l'une des méthodes permettant d'adapter le nombre d'adresses IP en fonction de machines d'un réseau.

Le principe est le suivant :

- Prendre des bits dans la partie machine et de les intégrer dans la partie réseau (bits empruntés).
- Définir de nouvelles parties réseau et machine.
- Pour N bits empruntés, on crée alors 2^n sous réseaux

Exemple : soit le réseau 192.168.1.0 avec le masque de sous-réseau 255.255.255.0 on souhaite diviser ce réseau en 4 sous-réseaux.

Réponse : on a 4 sous-réseaux à créer, donc on emprunte 2 bits de la partie machine. Avec les 2 bits empruntés on réalise 4 combinaisons (00, 01, 10, 11).

192.168.1.00000000

00 sont les 2bits empruntés

192.168.1.00 nouvelles parties réseau

Les 4 sous-réseaux sont :

192.168.1.00000000 => 192.168.1.0 premier sous-réseau

192.168.1.01000000 => 192.168.1.64 deuxième sous-réseau

192.168.1.**10**000000 => 192.168.1.128 troisième sous-réseau

192.168.1.**11**000000 => 192.168.1.192 quatrième sous-réseau

Trouvons les masques de sous réseau pour chaque sous-réseau créé.

11111111.11111111.11111111.11000000

255.255.255.192

Ainsi on a :

	Notation décimale pointée	Notation CIDR
1 sous réseau	192.168.1.0 255.255.255.192	192.168.1.0/26
2 sous réseau	192.168.1.64 255.255.255.192	192.168.1.64/26
3 sous réseau	192.168.1.128 255.255.255.192	192.168.1.128/26
4 sous réseau	192.168.1.192 255.255.255.192	192.168.1.192/26

Déterminons les adresses de diffusion de chaque sous réseau

Premier sous-réseau 192.168.1.0 => partie machine 192.168.1.00111111

192.168.1.63

Deuxième sous-réseau 192.168.1.0 => partie machine 192.168.1.01111111

192.168.1.27

Troisième sous-réseau 192.168.1.0 => partie machine 192.168.1.10111111

192.168.1.191

Quatrième sous-réseau 192.168.1.0 => partie machine 192.168.1.11111111

192.168.1.255

Dans chaque sous-réseau on a $2^6 = 64$ adresses IP.

Dans chaque sous-réseau on a $2^6 - 2 = 62$ adresses IP.

Exemple 2 : soit le réseau 10.0.0.0 avec 255.0.0.0

Divisons-le en 16 sous-réseaux

10.0.0.0 => 10.**0000**0000.0.0

0000 sont les 4 bits empruntés

10.0000 Nouvelle partie réseau.

1^{er} sous-réseau => **10.0000**0000.0.0 => 10.**0**.0.0/12

2^{ème} sous-réseau => **10.0001**0000.0.0 => 10.**16**.0.0/12

3^{ème} sous-réseau => **10.0010**0000.0.0 => 10.**32**.0.0/12

4^{ème} sous-réseau => **10.0011**0000.0.0 => 10.**64**.0.0/12

15ème sous-réseau => **10.1110**0000.0.0 => 10.224.0.0/12

16ème sous-réseau => **10.1111**0000.0.0 => 10.240.0.0/12

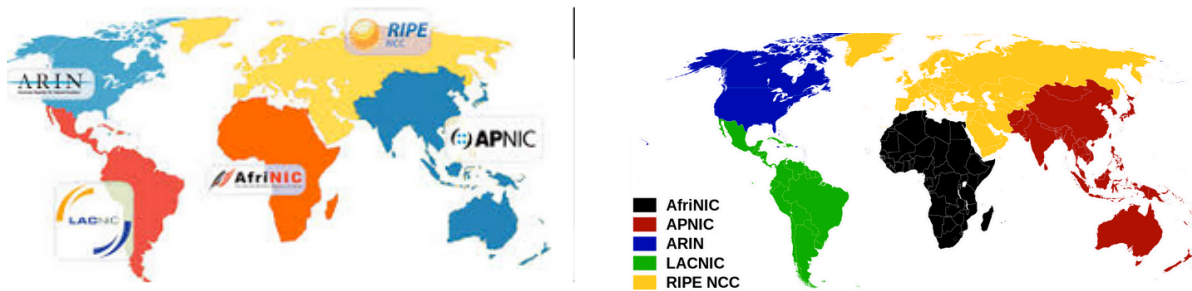
Fusion de plusieurs réseaux ou sous-réseaux en un seul réseau

Organisation de l'attribution des adresses IP

L'IANA (Internet Assigned Numbers Authority, <http://www.iana.org>) gère l'attribution des adresses IPv4 et IPv6. Jusque dans le milieu des années 1990, l'ensemble de l'espace d'adressage IPv4 était géré directement par l'IANA.

À cette époque, la gestion de l'espace d'adressage IPv4 restant était répartie entre différents autres **registres**, selon le type d'utilisation ou la zone géographique. Ces sociétés d'enregistrement s'appellent des **registres Internet régionaux (RIR)**:

Les registres Internet régionaux



- AfriNIC (African Network Information Centre) - Région Afrique <http://www.afrinic.net>

- APNIC (Asia Pacific Network Information Centre) - Région Asie/Pacifique
<http://www.apnic.net>

- ARIN (American Registry for Internet Numbers) Région Amérique du Nord
<http://www.arin.net>

- LACNIC (Regional Latin-American and Caribbean IP Address Registry) - Amérique du Sud et certaines îles des Caraïbes <http://www.lacnic.net>

- RIPE NCC (Réseaux IP européens) - Europe, Moyen Orient, Asie centrale
<http://www.ripe.net>

L'ICANN (Internet Committee for Assigned Names and Numbers), opérateur de l'IANA (Internet Assigned Numbers Authority), attribue des blocs d'adresses IPv6 aux cinq RIR.

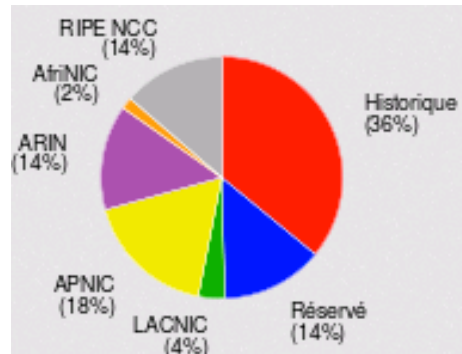
Les Fournisseur d'Accès à Internet

Les RIR sont chargés d'attribuer des adresses IP aux FAI. La plupart des entreprises ou organisations obtiennent leur bloc d'adresses IPv4 auprès d'un FAI. Le FAI fournit généralement un petit nombre d'adresses IPv4 utilisables (6 ou 14) à leurs clients, dans le

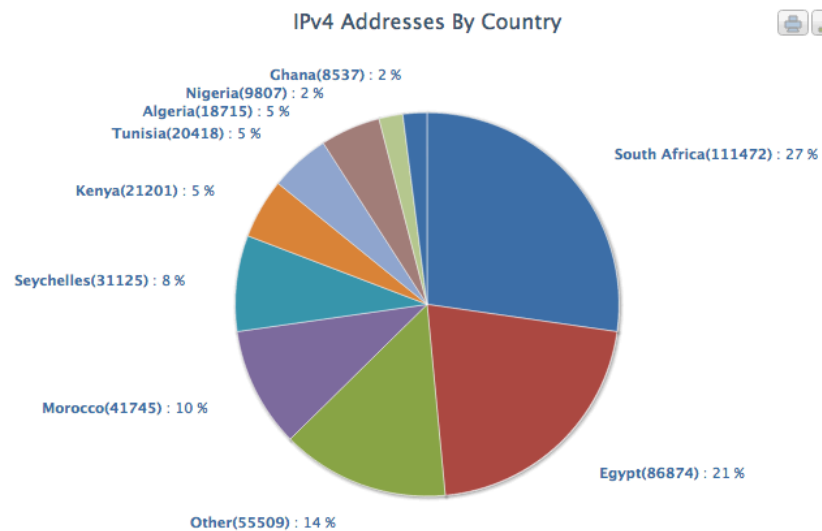
cadre des services d'accès qu'ils offrent. Il est possible d'obtenir, pour un coût supplémentaire, de plus grands blocs d'adresses sur base de justificatifs des besoins.

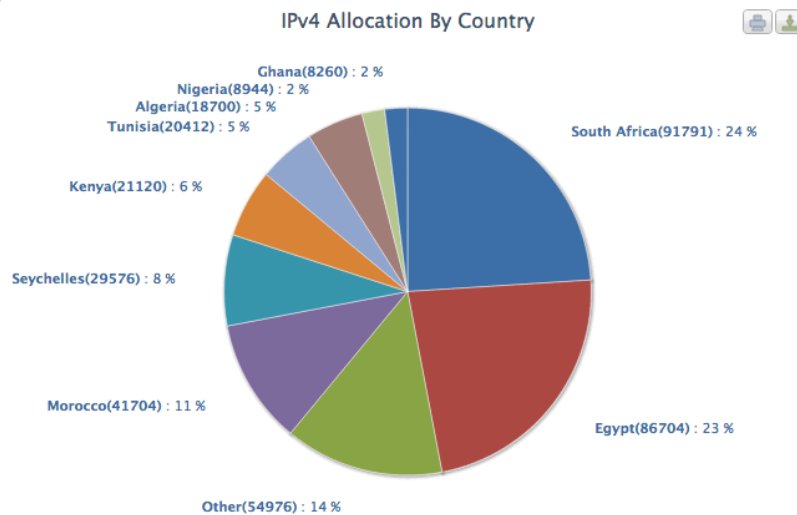
IPV6 340 undécillions d'adresses

Répartition des adresses IPV4 (4,3 milliards d'adresses)

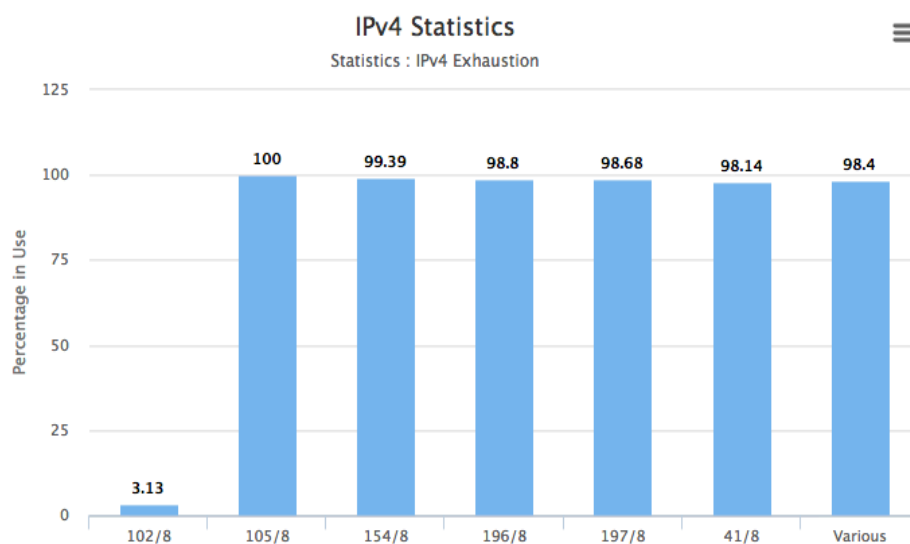
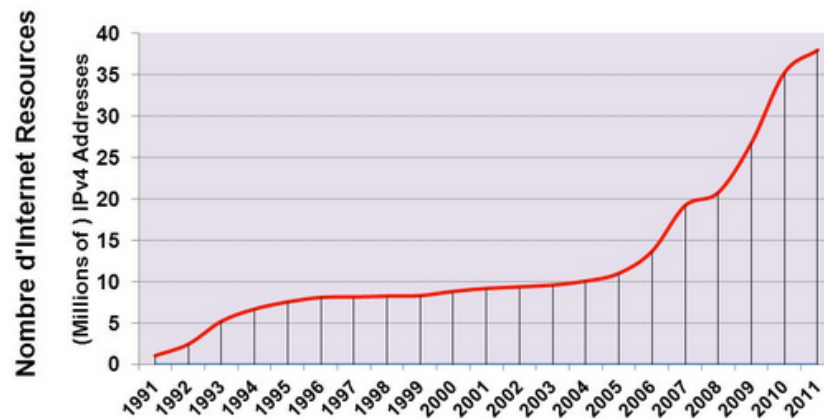


Historique= avant 1990 par IANA
Le reste après 1990 par les RIR





AfriNIC a délivré environ 38 millions d'adresses IPv4 depuis 2005



sources: <https://www.afriNIC.net/en/services/statistics/ipv4-resources>