

Adressage IPv4

Yvan Peter

IUT A - Université de Lille

1. Adresses IPv4

2. Sous adressage

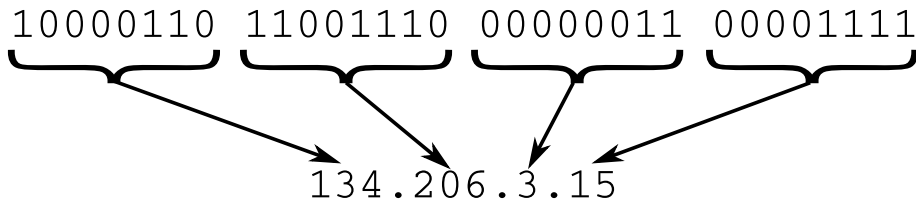
3. Adressage avec masque de taille variable

4. Les adresses de classe D

5. Gestion de l'espace d'adressage

6. État des lieux

Anatomie d'une adresse IPv4



- Une adresse IPv4 est un identifiant sur 32 bits
- Par commodité, on regroupe ces bits en 4 octets afin de faciliter la passage à une notation décimale pointée

Anatomie d'une adresse IPv4

- Cet identifiant est décomposé en deux parties
 - Un numéro de réseau qui identifie un réseau physique accueillant un certain nombre de machines
 - Un numéro de machine qui identifie une machine particulière sur ce réseau



- L'adresse IP combine
 - Une fonction de localisation grâce au numéro de réseau.
 - Une fonction d'identification.
- L'adresse IP n'a pas de signification géographique

Capacité d'adressage

Nombre de réseaux

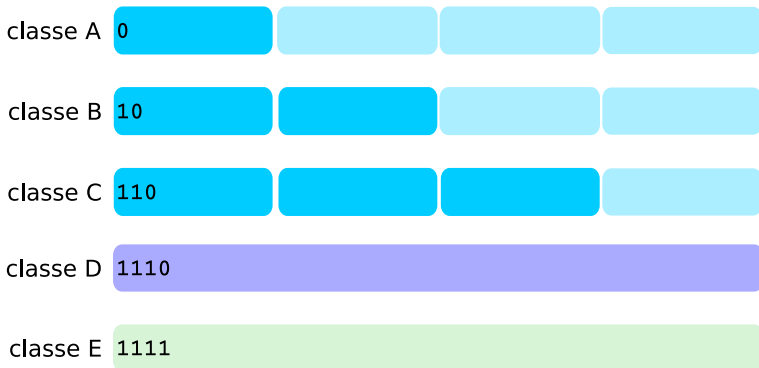
On ne peut pas utiliser les numéros de réseau *<tout à zéro>* ni *<tout à un>*
 $\Rightarrow 2^r - 2$ où r correspond au nombre de bits de la partie réseau

Nombre de machines par réseau

On ne peut pas utiliser les numéros de machine *<tout à zéro>* ni *<tout à un>*
 $\Rightarrow 2^m - 2$ où m correspond au nombre de bits de la partie machines

Les classes d'adresses IPv4

- les adresses **unicast** sont réparties en trois classes A, B et C qui varient par le nombre de bits alloués à la partie réseau et machine.
- la classe D correspond à des adresses **multicast** qui permettent de désigner un groupe de destinataires
- la classe E réservée par l'[IANA](#) n'a jamais été utilisée



Les classes d'adresses IPv4 (historique)

- La classe A

- S'étend de 1.xxx.xxx.xxx à 126.xxx.xxx.xxx
- Comprend 126 réseaux ($2^7 - 2$) car on n'utilise pas le réseau 0 et le réseau 127 à un sens particulier.
- Supporte 16 777 214 machines par réseau ($2^{24} - 2$) car on n'utilise pas le numéro 0 ni tout à 1.

- La classe B

- S'étend de 128.0.xxx.xxx à 191.255.xxx.xxx
- Comprend 16384 réseaux (2^{14})
- Supporte 65 534 machines par réseau ($2^{16} - 2$)

- La classe C

- S'étend de 192.0.0.xxx à 223.255.255.xxx
- Comprend 2 097 152 réseaux (2^{21})
- Supporte 254 machines par réseau ($2^8 - 2$)

Le masque de réseau

- Le masque de réseau sert à identifier la partie numéro de réseau.
- La partie réseau est à 1 dans le masque.
- Un ET logique avec l'adresse IP permet de ne conserver que les bits de la partie réseau.

$$\begin{array}{rcl} \text{ET} & 11000000.10101000.00101000.00000011 & \longrightarrow 192.168.40.3 \\ & \underline{11111111.11111111.11111111.00000000} & \longrightarrow 255.255.255.0 \\ & 11000000.10101000.00101000.00000000 & \longrightarrow 192.168.40.0 \end{array}$$

- Chaque classe d'adresse possède un *masque naturel*
 - Classe A : 255.0.0.0
 - Classe B : 255.255.0.0
 - Classe C : 255.255.255.0

Le préfixe de réseau

- Pour la partie réseau, on parle également de *préfixe*
- Une information alternative au masque est la longueur du préfixe (= le nombre de bits de la partie réseau)
- Notation : 197.125.3.0/**24**

Toujours indiquer la longueur de préfixe !

Le système de classes A, B, C a été abandonné en 1993 dans la gestion des adresses Internet (*Classless Inter-Domain Routing*). Par ailleurs, on peut découper une adresse de réseau en local. La longueur de préfixe peut donc être variable à tous les niveaux.

Les adresses particulières (voir RFC 6890)

- L'adresse 0.0.0.0/8 signifie cet ordinateur sur ce réseau.
- Le réseau 127.0.0.0/8 correspond aux adresses de bouclage.
- Une adresse du type 169.254.0.0/16 permet à une machine de communiquer sur le réseau local. Ce type d'adresse est utilisé quand la configuration automatique (DHCP) a échoué.
- Une adresse de la forme <numéro_réseau><tout_a_un> correspond à une diffusion dirigée vers le réseau indiqué.
- l'adresse 255.255.255.255/32 correspond à une diffusion sur le réseau local. Une diffusion ne traverse jamais un routeur.
- Les plages d'adresses privées ([RFC 1918](#))
 - Classe A : 10.0.0.0/8
 - Classe B : 172.16.0.0/12 (jusqu'à 172.31.0.0/12)
 - Classe C : 192.168.0.0/16

1. Adresses IPv4

2. Sous adressage

3. Adressage avec masque de taille variable

4. Les adresses de classe D

5. Gestion de l'espace d'adressage

6. État des lieux

Sous adressage

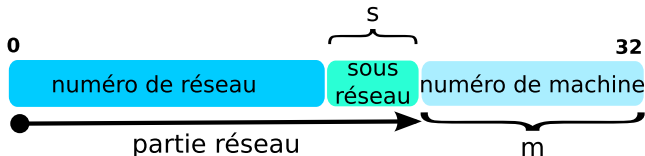
(voir [RFC 917](#))

Problématique

- Chaque réseau physique doit avoir une adresse de réseau.
- Toute organisation qui possède plusieurs réseaux devrait donc avoir une adresse pour chacun d'eux.
 - Cela consommerait de nombreux numéros de réseaux.
 - Cela contribuerait à l'augmentation de la taille des tables de routage.
 - La probabilité que toutes les adresses disponibles sur chaque réseau soient utilisées est faible.
- Une solution consiste à définir un niveau hiérarchique supplémentaire dans l'adresse IP correspondant à des sous-réseaux
- Ce découpage en sous-réseaux utilise une partie de l'adresse de machine pour identifier les sous-réseaux.

En pratique

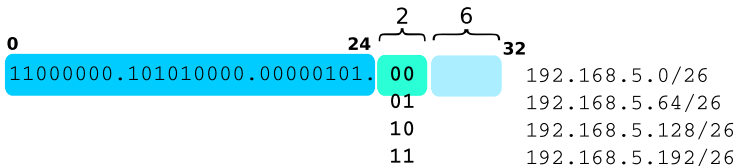
- La définition des sous-réseaux repose sur l'extension de la partie numéro de réseau.
- les bits utilisés en plus du préfixe initial permettent de numérotter les sous-réseaux
 - Le nombre de sous-réseaux dépend du nombre s de bits alloués : 2^s
 - Le nombre de machines par sous-réseau dépend du nombre de bits m restants : $2^m - 2$



- le nombre de bits alloués à la partie sous-réseaux et machines doivent être établis en fonction des besoins présents et futurs.

Un exemple (1/2)

- Soit le réseau 192.168.5.0/24 avec lequel on veut pouvoir adresser 3 sous-réseaux.
 - Partant d'un /24 (classe C), seul le dernier octet est disponible.
 - Pour numéroté nos 3 sous réseaux, il nous faudra 2 bits ($2^2 = 4$) et il restera 6 bits pour les machines. Cela permet 62 machines par sous-réseau ($2^6 - 2$)
 - Le masque utilisé sera 255.255.255.192. On peut également utiliser la notation CIDR 192.168.5.0/26

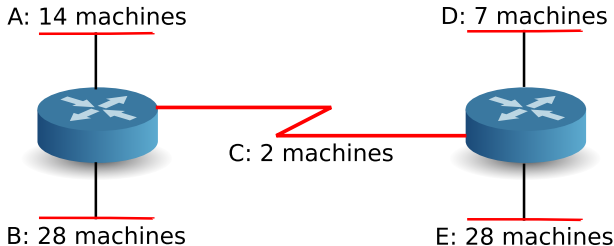


Un exemple (2/2)

- la partie machine comprend des blocs de 64 adresses. C'est l'incrément entre deux adresses de réseau.
- Le premier réseau sera : 192.168.5.0/26
 - La première machine : 192.168.5.1/26
 - La dernière machine : 192.168.5.62/26
 - L'adresse de diffusion : 192.168.5.63/26
- Le deuxième réseau sera : 192.168.5.64/26
 - La première machine : 192.168.5.65/26
 - La dernière machine : 192.168.5.126/26
 - L'adresse de diffusion : 192.168.5.127/26
- ...
- Le dernier réseau sera : 192.168.5.192/26
 - La première machine : 192.168.5.193/26
 - La dernière machine : 192.168.5.254/26
 - L'adresse de diffusion : 192.168.5.255/26

Exercice (1/2)

- En partant de l'adresse de réseau 204.15.5.0/24, définir un plan d'adressage pour le réseau ci-dessous.

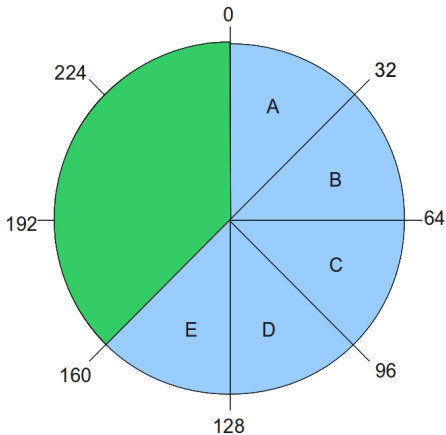


Exercice (1/2)

- Pour chacun des réseaux, calculer le nombre d'adresses inutilisées

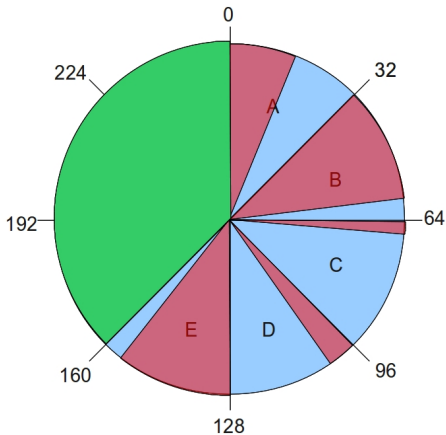
Exercice (1/2)

- Pour chacun des réseaux, calculer le nombre d'adresses inutilisées



Exercice (1/2)

- Pour chacun des réseaux, calculer le nombre d'adresses inutilisées



1. Adresses IPv4
2. Sous adressage
- 3. Adressage avec masque de taille variable**
4. Les adresses de classe D
5. Gestion de l'espace d'adressage
6. État des lieux

Masque de taille variable

Variable Length Subnet Mask (VLSM)

Principe

- Utiliser le même masque pour tous les sous-réseaux n'est pas une obligation
- En allouant le nombre de bits nécessaires au plus juste pour chaque réseau on économise l'espace d'adressage

Attention

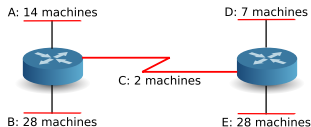
On distingue le routage basé sur les classes (*classful routing*) et le routage sans classes (*classless routing*) qui nécessite la transmission systématique de la longueur de préfixe. **Certains protocoles de routage (anciens) ne supportent pas le routage sans classes.**

Méthodologie

- ❶ identifier tous les sous-réseaux et le nombre d'adresses nécessaires
- ❷ définir le masque correspondant au besoin pour chaque réseau
- ❸ allouer les adresses en fonction des besoins en commençant par les plus gros blocs

Méthodologie

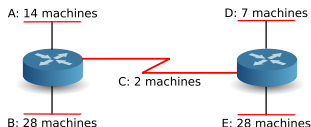
- 1 identifier tous les sous-réseaux et le nombre d'adresses nécessaires



- 2 définir le masque correspondant au besoin pour chaque réseau
- 3 allouer les adresses en fonction des besoins en commençant par les plus gros blocs

Méthodologie

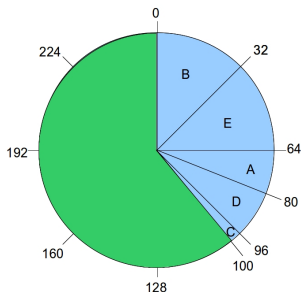
- 1 identifier tous les sous-réseaux et le nombre d'adresses nécessaires



- 2 définir le masque correspondant au besoin pour chaque réseau
 - A : 14 hôtes \rightarrow 4 bits machine \rightarrow reste $32 - 4 = 28$ bits réseau donc on a un /28 (255 . 255 . 255 . 240)
 - B : 28 hôtes implique un /27 (255 . 255 . 255 . 224)
 - C : 2 hôtes implique un /30 (255 . 255 . 255 . 252)
 - D : 7 hôtes implique un /28 (255 . 255 . 255 . 240)
 - E : 28 hôtes implique un /27 (255 . 255 . 255 . 224)
- 3 allouer les adresses en fonction des besoins en commençant par les plus gros blocs

Méthodologie

- ❶ identifier tous les sous-réseaux et le nombre d'adresses nécessaires
- ❷ définir le masque correspondant au besoin pour chaque réseau
 - A : 14 hôtes \rightarrow 4 bits machine \rightarrow reste $32 - 4 = 28$ bits réseau donc on a un /28 (255.255.255.240)
 - B : 28 hôtes implique un /27 (255.255.255.224)
 - C : 2 hôtes implique un /30 (255.255.255.252)
 - D : 7 hôtes implique un /28 (255.255.255.240)
 - E : 28 hôtes implique un /27 (255.255.255.224)
- ❸ allouer les adresses en fonction des besoins en commençant par les plus gros blocs



1. Adresses IPv4
2. Sous adressage
3. Adressage avec masque de taille variable
- 4. Les adresses de classe D**
5. Gestion de l'espace d'adressage
6. État des lieux

Communication Multicast

- Les communications multicast permettent d'envoyer un paquet à plusieurs destinataires qui peuvent être répartis sur des réseaux différents
 - l'adresse de classe D est un identifiant sur 32 bits
- Une adresse de classe D désigne les membres du groupe (i.e., les machines qui écoutent cette adresse)
- l'adresse de classe D est forcément une adresse de destination dans un paquet IP

La classe D (voir RFC 5771)

- Classe D : 224.0.0.0 à 239.255.255.255
- Quelques adresses spécifiques (voir [Allocation IANA](#)) :
 - 224.0.0.0/24 : utilisation pour des protocoles locaux de routage/découverte (ne sortent pas du LAN)
 - 239.0.0.0/8 : utilisation dans un domaine administratif donné
 - 224.0.0.1 : tous les hôtes multicast du LAN
 - 224.0.0.2 : tous les routeurs multicast du LAN

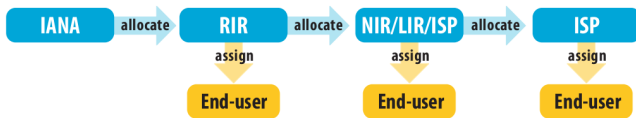
1. Adresses IPv4
2. Sous adressage
3. Adressage avec masque de taille variable
4. Les adresses de classe D
- 5. Gestion de l'espace d'adressage**
6. État des lieux

Comment est géré l'espace d'adressage ?

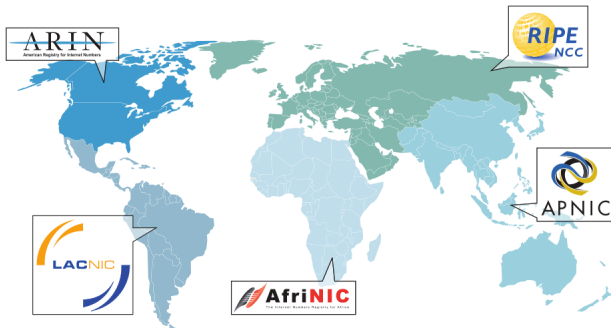
Classless Interdomain Routing

Les Registres Internet

- L'espace d'adressage est géré par l'IANA qui délègue des blocs aux Registres Internet

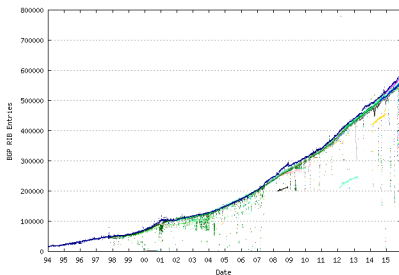
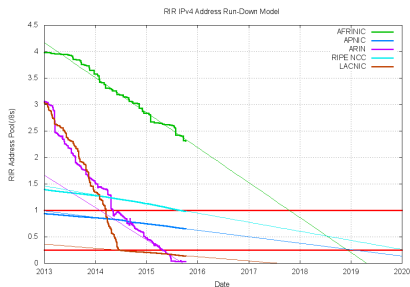


- Les Registres Internet correspondent aux grandes régions mondiales



Classless InterDomain Routing

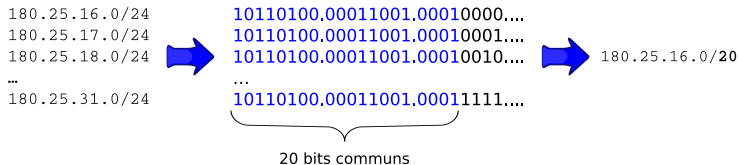
- Initialement, l'IANA allouait des lots de classes A, B, C aux registres qui les distribuaient
- Cela a fini par poser deux problèmes majeurs :
 - un épuisement de l'espace d'adressage
 - une augmentation de la taille des tables de routage



<http://www.potaroo.net/tools/ipv4> <http://bgp.potaroo.net>

Classless InterDomain Routing (RFC 4632)

- On alloue des numéros de réseaux contigus. Ils ont donc le même préfixe

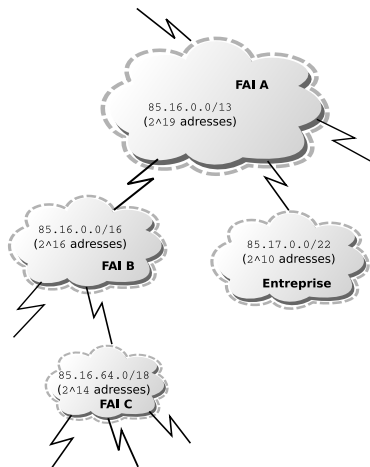


180.25.16.0/20 annoncé au lieu de 16 réseaux de classe C

- L'agrégation des adresses (i.e., le regroupement d'adresses avec un préfixe plus court) permet de réduire la taille des tables de routage
- Les routeurs doivent utiliser la plus longue correspondance possible entre une adresse destination et les adresses connues

Classless InterDomain Routing

- Les préfixes sont alloués aux Registres Internet puis aux Fournisseurs de Service et entreprises.
- On a reconstruit un adressage hiérarchique



Classless InterDomain Routing

Statut des blocs d'adresses

- **RESERVED** : réservées par l'IETF
- **LEGACY** : Allouées par le registre central avant la création des registres régionaux. La gestion de ces adresses a été déléguée aux RIR
- **ALLOCATED** : alloué au RIR
- **UNALLOCATED** : Pas encore alloué ou réservé

Propriété des adresses

- **Provider Aggregatable (PA)** : le bloc d'adresse reste sous la responsabilité du registre. En cas de changement de fournisseur, le client devra rendre les adresses et renuméroter
- **Provider Independent (PI)** : le bloc d'adresse appartient à l'utilisateur. S'il change de fournisseur, il faudra gérer une exception dans le routage

Préfixe et nombre d'adresses

IPv4 CIDR Chart			RIPE NCC
IP Addresses	Bits	Prefix	Subnet Mask
1	0	/32	255.255.255.255
2	1	/31	255.255.255.254
4	2	/30	255.255.255.252
8	3	/29	255.255.255.248
16	4	/28	255.255.255.240
32	5	/27	255.255.255.224
64	6	/26	255.255.255.192
128	7	/25	255.255.255.128
256	8	/24	255.255.255.0
512	9	/23	255.255.254.0
1 K	10	/22	255.255.252.0
2 K	11	/21	255.255.248.0
4 K	12	/20	255.255.240.0
8 K	13	/19	255.255.224.0
16 K	14	/18	255.255.192.0
32 K	15	/17	255.255.128.0
64 K	16	/16	255.255.0.0
128 K	17	/15	255.254.0.0
256 K	18	/14	255.252.0.0
512 K	19	/13	255.248.0.0
1 M	20	/12	255.240.0.0
2 M	21	/11	255.224.0.0
4 M	22	/10	255.192.0.0
8 M	23	/9	255.128.0.0
16 M	24	/8	255.0.0.0
32 M	25	/7	254.0.0.0
64 M	26	/6	252.0.0.0
128 M	27	/5	248.0.0.0
256 M	28	/4	240.0.0.0
512 M	29	/3	224.0.0.0
1024 M	30	/2	192.0.0.0
2048 M	31	/1	128.0.0.0
4096 M	32	/0	0.0.0.0

K = 1,024 • M = 1,048,576

Contact Registration Services:
hostmaster@ripe.net • lir-help@ripe.net

www.ripe.net

Le cas de RIPE NCC

002/8	RIPE NCC	2009-09	whois.ripe.net	ALLOCATED
031/8	RIPE NCC	2010-05	whois.ripe.net	ALLOCATED
046/8	RIPE NCC	2009-09	whois.ripe.net	ALLOCATED
062/8	RIPE NCC	1997-04	whois.ripe.net	ALLOCATED
077/8	RIPE NCC	2006-08	whois.ripe.net	ALLOCATED
078/8	RIPE NCC	2006-08	whois.ripe.net	ALLOCATED
079/8	RIPE NCC	2006-08	whois.ripe.net	ALLOCATED
080/8	RIPE NCC	2001-04	whois.ripe.net	ALLOCATED
081/8	RIPE NCC	2001-04	whois.ripe.net	ALLOCATED
082/8	RIPE NCC	2002-11	whois.ripe.net	ALLOCATED
083/8	RIPE NCC	2003-11	whois.ripe.net	ALLOCATED
084/8	RIPE NCC	2003-11	whois.ripe.net	ALLOCATED
085/8	RIPE NCC	2004-04	whois.ripe.net	ALLOCATED
086/8	RIPE NCC	2004-04	whois.ripe.net	ALLOCATED
087/8	RIPE NCC	2004-04	whois.ripe.net	ALLOCATED
088/8	RIPE NCC	2004-04	whois.ripe.net	ALLOCATED
089/8	RIPE NCC	2005-06	whois.ripe.net	ALLOCATED
090/8	RIPE NCC	2005-06	whois.ripe.net	ALLOCATED
091/8	RIPE NCC	2005-06	whois.ripe.net	ALLOCATED
092/8	RIPE NCC	2007-03	whois.ripe.net	ALLOCATED
093/8	RIPE NCC	2007-03	whois.ripe.net	ALLOCATED
094/8	RIPE NCC	2007-07	whois.ripe.net	ALLOCATED
095/8	RIPE NCC	2007-07	whois.ripe.net	ALLOCATED
109/8	RIPE NCC	2009-01	whois.ripe.net	ALLOCATED
176/8	RIPE NCC	2010-05	whois.ripe.net	ALLOCATED
178/8	RIPE NCC	2009-01	whois.ripe.net	ALLOCATED
193/8	RIPE NCC	1993-05	whois.ripe.net	ALLOCATED
194/8	RIPE NCC	1993-05	whois.ripe.net	ALLOCATED
195/8	RIPE NCC	1993-05	whois.ripe.net	ALLOCATED
212/8	RIPE NCC	1997-10	whois.ripe.net	ALLOCATED
213/8	RIPE NCC	1993-10	whois.ripe.net	ALLOCATED
217/8	RIPE NCC	2000-06	whois.ripe.net	ALLOCATED

Request an IPv4 /22

We allocate IPv4 addresses to members in our service region.

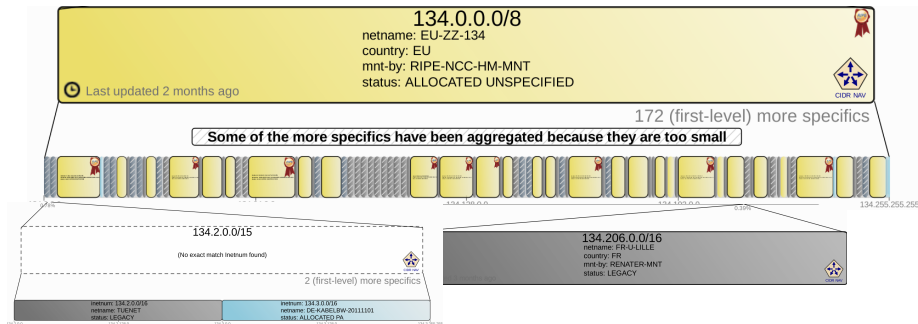
You need to be a member of the RIPE NCC (an LIR) in order to receive IPv4 address space. As we are now allocating from our last /8 block of IPv4 address space, you can request one final /22 IPv4 allocation (1,024 addresses). LIRs can assign this address space to End Users and to their own network infrastructure. No new IPv4 Provider Independent (PI) space will be assigned.

Request IPv4

(authentication required)

Source

Le cas du préfixe 134.0.0.0/8

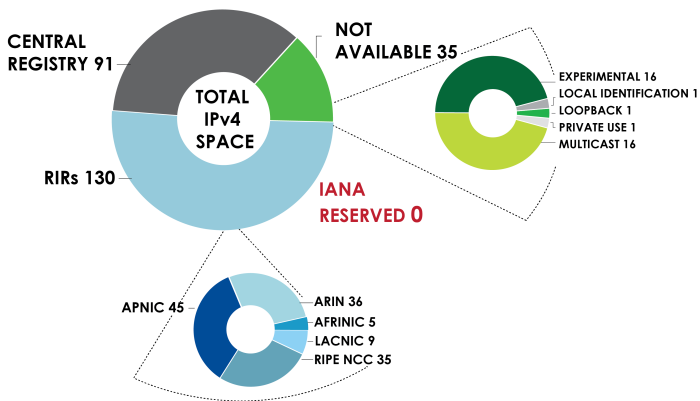


1. Adresses IPv4
2. Sous adressage
3. Adressage avec masque de taille variable
4. Les adresses de classe D
5. Gestion de l'espace d'adressage
- 6. État des lieux**

État des lieux

Délégation des adresses

STATUS OF 256 /8s IPv4 ADDRESS SPACE



source : <https://www.nro.net/statistics>