

Adressage – Sommaire

Généralités sur l'adressage

Type d'adressage

Adressage plat/absolu

Adressage hiérarchique

Différents modes de diffusion

L'adressage physique MAC (Medium Access Control)

L'adressage physique MAC (Medium Access Control)

Unicité des adresses MAC

Adresse MAC réservée

Format d'en-tête d'une trame Ethernet II

L'adressage IPv4 (Internet Protocol version 4)

L'adressage IPv4 (Internet Protocol version 4)

Masque de (sous-)réseau, notation décimal pointé et CIDR

Adresses spéciales, cinq classes d'adresses et adresses réservées

Plan d'adressage

ifconfig, ip et visualisation de trames et de paquets

Sortie console de la commande ifconfig et ip

Aperçu d'une trame Ethernet et d'un paquet IP dans Wireshark

Type d'adressage

Problème

Comment désigner de manière unique et non ambiguë un destinataire ?

Cela dépend de la faciliter que l'on a pour le trouver...

- Si le destinataire est local, on "n'a pas besoin" de le chercher. Un identifiant **unique et absolu** suffit
 - Ex : adresse physique Ethernet (MAC)
- Si le destinataire est distant, il faut le trouver. Un identifiant **hiérarchique** est requis
 - Ex : numéro téléphone, adresse postale, adresse logique IP (différentes politiques de structuration)
 - Politique de structuration des numéros de tel : <indicatif de pays> <code de ville/zone> <numéro de téléphone> avec 33 / 2 / 40 30 60 90

Adressage plat/absolu

- pour **identifier localement un matériel au niveau physique**
- 😊 Avantages : identifiant universel unique
- ☹️ Inconvénients : **peu d'information de localisation**, difficile de retrouver un correspondant

Adressage hiérarchique

- pour **router "facilement"** des données entre les réseaux
- Et avoir une **organisation d'un réseau indépendante de celle qui découle de la liaison physique** des machines
- En cas de panne matériel ou de déplacement géographique, **cela évite de mettre à jour les tables de routage** de chaque machine d'un réseau
- 😊 Avantages : adapté aux grands réseaux et à la localisation
- ☹️ Inconvénients : un changement de localisation entraîne des changements d'adresses et/ou de noms d'hôtes et des systèmes de redirection

Note : Une machine possède **autant d'adresses logiques que de réseaux auxquels elle est connectée** ; et par conséquent autant de cartes réseaux (référencées dans la machine par un identifiant d'interface)

Différents modes de diffusion

- *unicast*, connexion réseau point à point, un hôte vers un (seul) autre hôte
- *multicast*, un émetteur (source unique) vers un groupe de récepteurs
- *broadcast*, un émetteur unique vers l'ensemble des récepteurs

L'adressage physique MAC (Medium Access Control)

- **Adresse absolue : une adresse MAC identifie une machine (ordinateur, routeur) de manière unique au niveau liaison**
- Constituée de **48 bits (6 octets/lots de 8 bits)** et représentée sous **forme hexadécimale avec un double point séparant les octets** (12 caractères hexa). Un caractère est codé sur 4 bits (et compte 2^4 valeurs, soient les 16 possibles de l'hexa).
- Exemple : 5E:FF:56:A2:AF:15

L'adressage physique MAC (Medium Access Control)

Unité des adresses MAC

L'adressage IPv4 (Internet Protocol version 4)

Adresse MAC réservée

ifconfig, ip et visualisation de trames et de paquets

Format d'en-tête d'une trame Ethernet II

Unicité des adresses MAC

Pour garantir l'unicité des adresses **chaque carte réseau construite a sa propre adresse MAC** .

Les 3 1ers octets sont spécifiques à un constructeur (attribué par l'IEEE)

Entité	Préfixe (en hexa)
IBM	08:00:5a
CISCO	00:00:0c
3COM	02:60:8c, 00:A0:24, 08:00:02

Adresse MAC réservée

Adresse de diffusion/broadcast Pour atteindre toutes les machines connectées sur la liaison courante on utilise l'adresse *FF : FF : FF : FF : FF : FF* (tous les bits à 1)

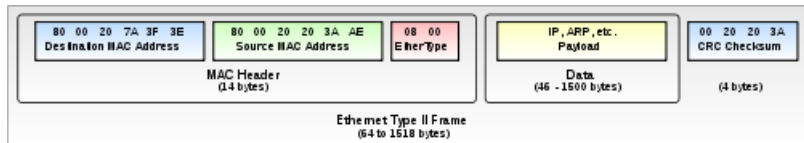
L'adressage physique MAC (Medium Access Control)
 L'adressage IPv4 (Internet Protocol version 4)
 ifconfig, ip et visualisation de trames et de paquets

Unité des adresses MAC

Adresse MAC réservée

Format d'en-tête d'une trame Ethernet II

Format d'en-tête d'une trame Ethernet II



Credits:commons.wikimedia.org

- 6 octets par adresse MAC (destination puis source)
- 2 octets pour l'EtherType (13e et 14e octets)
- Taille des données spécifique à la liaison. Voir MTU..

	EtherType
IP	08:00
ARP	08:06
RARP	08:35

Code du protocole encapsulé dans la trame (en hexa)

L'adressage IPv4 (Internet Protocol version 4)



- La **forme binaire** (chaîne de 32 bits) n'étant pas facile à mémoriser, on a l'habitude d'utiliser une **forme décimale pointée** du type $x_1.x_2.x_3.x_4$ avec chaque x_i représentant un octet (8 bits)
- Exemple d'adresse IPv4 : 172.16.15.3
- Une adresse IP se décompose en 2 parties
 - **Identifiant réseau** sur lequel se situe la machine
 - **Identifiant machine** (aussi appelée partie matérielle)

Comment indiquer au système où finit la partie réseau et où commence la partie machine ?

Masque de (sous-)réseau, notation décimal pointé et CIDR

Principe

Chaque machine identifie les bits de son adresse IP réservés à l'ID réseau grâce au **masque de (sous-)réseau (net mask)**

Définissable sous la forme d'une adresse IP en **décimal pointé**

- **Chaque bit du masque correspondant à ID-Réseau est positionné à 1 et chaque bit correspondant à ID-Machine est positionné à 0**
- Ex : 255.255.255.0 ou 255.255.254.0 (le 3e octet équivaut à 11111110 en binaire) ou 255.255.255.64 (le 4e octet équivaut à 1000000 en binaire)

La **notation CIDR** (*Classless Inter Domain Routing*)

- **indique le nombre de bits de poids fort pour l'ID-réseau a.b.c.d/n**
- Ex : 192.168.123.201/24 ou 192.168.123.201/23 ou 192.168.123.201/25

Ici vous remarquerez qu'il y a une correspondance entre les exemples de masques exprimés en décimal pointé et en CIDR...

Comment savoir si une machine appartient à mon réseau ?

Principe

1. En opérant un **et logique** entre mon masque réseau et mon adresse IP sur ce réseau, j'obtiens l'adresse de mon réseau.
2. En opérant un **et logique** entre mon masque réseau et l'adresse d'une autre machine, j'obtiens encore une adresse de réseau.
3. Si les deux adresses de réseau sont les mêmes, ça veut dire que les deux machines appartiennent bien au même réseau.

Ex 192.168.192.168/18 et 192.168.250.250/18, sur le même réseau ?

- /18 = 8+8+2 cela concerne le 3e octet
- Les deux premiers octets sont identiques
- 192d = 1100 0000b et 250d = 1111 1010b
- les 2 bits manquants sont aussi identiques. Ils sont sur le même réseau.

Adresses spéciales

- **Adresse réseau** : identifie un réseau
Tous les bits de la partie machine de l'adresse logique ont la valeur 0
e.g. 172.16.0.0/16
- **Adresse de diffusion (Broadcast)**
 - **Limitée** : adresse toutes les machines du réseau local de la machine où vous êtes connecté
Tous les bits sont à 1 i.e. 255.255.255.255
 - **Dirigée** : adresse toutes les machines d'un réseau local donné
Tous les bits de la partie machine ont la valeur 1
e.g. 172.16.255.255/16

Cinq classes d'adresses

- Historiquement, "on" avait décidé qu'il y aurait sur l'Internet des **classes** de réseaux, **chacune avec une capacité prédéfinie de machines adressables**.
- Par voie de fait, le **nombre de réseaux disponibles par classe lui aussi fixé** était inversement proportionnel au nombre de machines adressables dans un réseau de cette classe. Sur 32 bits que compte une adresse IP, il ne pouvait y avoir que 2^8 réseaux pouvant contenir $2^{24} - 2$ machines par exemple.
- Les classes **se distinguaient à partir des premiers bits** (ou de la valeur décimale) **du premier octet** de l'adresse IP.
- A chacune des classes correspondait **un masque lui aussi prédéfini** qui **séparait la partie ID-réseau et ID-machine à la jonction entre deux octets** de l'adresse IP.

Cinq classes d'adresses

- La notion de classe a été **abandonnée au profit de la notion CIDR** (*Class-less..*) car elle ne permettait pas une exploitation optimale du format IP.
- Le principe CIDR permet de **séparer un ID-réseau d'un ID-machine quasiment à chaque bit** d'une adresse IP et donc au final cela permet de définir davantage de réseaux qu'avec la notion de classe.
- La notion de classe est présentée ici car nos systèmes (d'exploitation) en gardent souvent trace...

Cinq classes d'adresses

	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	
Classe A	0	id. réseau	id. machine		De 0.0.0.0 à 127.255.255.255 (soit plus de 2 milliards d'adresses logiques)
	2 ⁷ réseaux (128 dont 2 réservés)		2 ²⁴ machines - 2 réservés (16 777 214)		
Classe B	10	id. réseau	id. machine		De 128.0.0.0 à 191.255.255.255 (soit plus de 1 milliard d'adresses logiques)
	2 ¹⁴ réseaux (16 384)		2 ¹⁶ machines -2 (65 534)		
Classe C	110	id. réseau	id. machine		De 192.0.0.0 à 223.255.255.255 (soit plus de 500 millions d'adresses logiques)
	2 ²¹ réseaux (1 097 152)		2 ⁸ machines -2 (254)		
Classe D	1110	adresses de multi-destinataire			De 224.0.0.0 à 239.255.255.255
Classe E	11110	Réservés pour l'expérimentation ou au futur			

Cinq classes d'adresses

- Les classes A, B et C servent à adresser **des réseaux de différentes tailles**
- Les classes **A et B sont totalement saturées** et plus aucune classe de ce type n'est disponible
E.g. de classe A : DoD, MIT (Massachusetts Institute of Technology)
- La classe **D définit des adresses multi-destinataires** correspondant à des groupes d'ordinateurs (adresses IP multicast)
- La classe **E avait été prévue initialement pour les évolutions futures** d'Internet
Dans les faits, elle a été très peu utile à cause de la saturation rapide des classes A, B et C.

Masque et classes

- Classe A : <IP classe A> et 255.0.0.0 ou <IP classe A>/8
- Classe B : <IP classe B> et 255.255.0.0 ou <IP classe B>/16
- Classe C : <IP classe C> et 255.255.255.0 ou <IP classe C>/24

Adresses réservées

2 adresses réservées au sein de la classe A

- Adresse **d'initialisation : 0.0.0.0**
 - Lors du lancement d'une machine en attente d'une réponse à sa demande d'attribution d'adresse
 - Dans les routeurs désigne la route par défaut
- Adresse **locale (localhost) ou de bouclage (loopback) : 127.x.x.x** (e.g. : 127.0.0.1)
 - Permet de s'auto-désigner
 - Utilisée pour effectuer des tests ou des échanges de données entre applications sur une même machine

Adresses spéciales

- **Adresses publiques/privées**

- Pas tous les réseaux ont un besoin d'interconnexion via un réseau publique e.g. une entreprise et son intranet
- Pour éviter une anarchie, IANA a réservé certaines plages d'adresses dans chaque classe

En classe A : 1 réseau (10.0.0.0) ; B : 16 (de 172.16.0.0 à 172.31.0.0) ; C : 256 (de 192.168.0.0 à 192.168.255.0)

- Un **NAT (Network Address Translator)** peut être utilisé pour mettre en correspondance un réseau privé et un réseau publique

Plan d'adressage - exemple

Soit l'adresse IP suivante 192.168.123.202/23, quid du reste ?

- Quelle est la valeur du masque en décimal pointé ?
- Quelle est l'adresse réseau ? L'adresse de diffusion/broadcast ?
- Combien de machines peuvent être adressées sur ce réseau ?
- Quelle est la plage d'adresse IP sur ce réseau ?

Réponses... ?

Plan d'adressage - exemple

Réponses (sans le détail des calculs) :

Masque de Sous-Reseau = 255.255.254.0

Masque Inverse (Wildcard) = 0.0.1.255

Adresse Reseau = 192.168.122.0

Adresse Broadcast = 192.168.123.255

Nombre de Machines = 510

@IP Premiere machine = 192.168.122.1

@IP Derniere machine = 192.168.123.254

Sortie console de la commande ifconfig

ifconfig (sous linux) : connaître les interfaces réseaux (et leurs identifiants) présentes sur une machine, savoir celles qui sont configurées et les configurer

```
eth0: flags=4099<UP,BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500
    ether 34:64:a9:d4:cb:36 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 1594749 bytes 2261487441 (2.2 GB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 596319 bytes 367641874 (367.6 MB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
    device interrupt 20 memory 0xd0700000-d0720000

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
    loop txqueuelen 1000 (Boucle locale)
    RX packets 235844 bytes 203813235 (203.8 MB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 235844 bytes 203813235 (203.8 MB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

wlo1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.0.18 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.0.255
    inet6 fe80::f988:ac84:c757:703e prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 80:19:34:29:5fs:ea txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 3166365 bytes 3509196664 (3.5 GB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 1952486 bytes 980678646 (980.6 MB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
```

Sortie console de la commande "ip a"

ip a (sous linux) : alternative à *ifconfig* qui permet une configuration "aux petits oignons"

```

1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
   link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
   inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
   inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state DOWN group default qlen 1000
   link/ether 34:64:a9:d4:cb:36 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
3: wlo1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc mq state UP group default qlen 1000
   link/ether 80:19:34:29:5f:ea brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
   inet 192.168.0.18/24 brd 192.168.0.255 scope global dynamic noprefixroute wlo1
       valid_lft 79195sec preferred_lft 79195sec
   inet6 fe80::f988:ac84:c757:703e/64 scope link noprefixroute
       valid_lft forever preferred_lft forever

```

Aperçu d'une trame Ethernet dans Wireshark

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
336	83.359216149	192.168.1.29	213.41.231.228	HTTP	296 B	/wp-content/uploads/2018/06/meilleur-film-romantique-netflix.png HTTP/1.1
338	83.359225466	192.168.1.29	213.186.33.3	HTTP	361 B	/wp-content/uploads/2016/11/formats-images-numeriques-raw-jpeg-png-psd.jpg HTTP/1.1
565	193.796682801	192.168.1.29	46.105.199.202	HTTP	90 B	/wp-includes/css/dist/block-library/style.min.css?ver=5.3.2 HTTP/1.1
▶ Frame 336: 296 bytes on wire (2368 bits), 296 bytes captured (2368 bits) on interface 0						
▼ Ethernet II, Src: SamsungE_ef:25:59 (30:07:4d:ef:25:59), Dst: IntelCor_29:ea:5f (80:19:34:29:ea:5f)						
▶ Destination: IntelCor_29:ea:5f (80:19:34:29:ea:5f)						
▶ Source: SamsungE_ef:25:59 (30:07:4d:ef:25:59)						
Type: IPv4 (0x0800)						
▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.29, Dst: 212.47.231.228						
▶ Transmission Control Protocol, Src Port: 50510, Dst Port: 80, Seq: 1, Ack: 1, Len: 230						
▶ Hypertext Transfer Protocol						
▶ GET /wp-content/uploads/2018/06/meilleur-film-romantique-netflix.png HTTP/1.1\r\n User-Agent: Dalvik/2.1.0 (Linux; U; Android 9; SM-G950F Build/PPR1.180610.011)\r\n Host: blog.top250.fr\r\n Connection: Keep-Alive\r\n Accept-Encoding: gzip\r\n \r\n [Full request URI: http://blog.top250.fr/wp-content/uploads/2018/06/meilleur-film-romantique-netflix.png] [HTTP request 1/1]						
0000	00 19 34 29 ea 5f	20 01 4d ef 25 59	00 00 45 00	...> 0x0800..E		
0010	01 1a b7 05 40 00	40 06 04 ff c0 a8 01 1d 04 2f	... 0 /			
0020	e7 e4 c5 4e 00 50	97 85 92 39 c0 3f 9b 06 80 18	...N P: 97...			
0030	02 ad 0c cc 00 00	01 01 08 0a 08 3b 25 6c 8d 19	...L...			
0040	48 78 47 45 54 20	2f 77 70 2d 63 6f 6e 74 65 6e	HxGET /wp-content			
0050	74 2f 75 78 6c 6f	61 64 73 2f 32 30 31 38 2f 30	t/uploads/2018/0			
0060	30 2f 6d 65 69 6c	65 75 72 2d 66 69 6c 6d 2d	6/meilleur-film-			
0070	72 6f 6d 61 6e 74	69 71 75 65 2d 6e 65 74 66 6c	romantiq ue-netf			
0080	69 78 2e 70 6e 67	67 20 48 54 54 50 2f 31 2e 31 0d	ix.png H TTP/1.1-			
0090	0a 55 73 65 72 2d	41 67 65 6e 74 3a 20 44 61 6c	User-Agent: Dal			
00a0	76 69 8b 2f 32 2e	31 2e 30 20 28 4c 69 6e 75 78	vik/2.1.0 (Linux			
00b0	3b 29 55 30 29 41	6e 64 72 6f 69 64 20 39 3b 29	; U; Android 9;			
00c0	53 4d 2d 47 39 35	30 46 20 42 75 69 6c 64 2f 50	SM-G950F Build/P			
00d0	50 52 31 2e 31 38	30 36 31 30 2e 30 31 31 29 0d	PR1.1806 10.011)			
00e0	0a 48 6f 73 74 3a	20 62 6c 6f 67 2e 74 6f 70 32	-Host: b log.top2			
00f0	35 30 2e 66 72 0d	0a 43 6f 6e 65 63 74 69 6f	50.fr -C onnectio			
0100	6e 3a 20 4b 65 65	70 20 41 6c 69 76 65 0d 0a 41	n: Keep-Alive A			
0110	63 65 70 74 2d 45	6e 63 6f 64 69 6e 67 3a 20	ccept-En coding:			
0120	67 7a 69 70 0d 0a	0d 0a	gzip ...			

Source de la capture : <https://wiki.wireshark.org/SampleCaptures>

Quizz de synthèse

- Quelles différences majeures existent il entre une adresse MAC et une adresse IPv4?
- Comment peut on préciser quelle est la partie réseau d'une adresse IP ?