

M2012 -- TD 1

Adresse IP & Réseau

Dans un réseau isolé on identifie une machine par son adresse machine (MAC). Mais, lorsque deux réseaux différents veulent communiquer, ceci est réalisable grâce aux adresses IP. A ce but, chaque machine de chaque réseau est associée à une adresse MAC (non-modifiable) et une adresse IP (qui peut changer). De plus, chaque réseau est associé à une adresse IP.

Une adresse IP a quatre octets, ou 32 bits. On utilise un point « . » pour séparer les octets de l'adresse IP.

Adresse IP d'un réseau : notation CIDR

L'adresse IP d'un réseau doit indiquer : le nombre maximal de machines incluses dans ce réseau, l'adresse IP de la première et dernière machine qui peut être incluse dans ce réseau et une adresse de broadcast. C'est très important, lorsqu'on indique une adresse réseau de préciser tous ces éléments. Une même adresse réseaux peut correspondre à une plage à 128 Ceci peut être fait de deux façons : en utilisant une notation CIDR ou en utilisant une masque réseau (netmask).

La notation CIDR nous indique combien de bits, sur le total de 32 bits de l'adresse, sont inclus dans l'adresse réseau. Les autres bits, jusqu'à un total de 32, sont dédiés aux machines dans l'adresse. La première valeur possible sur 32 bits est : 0.0.0.0. La dernière est 255.255.255.255.

- Exemple : 192.168.13.0/24

Prenons l'exemple où une université achète la plage 192.168.13.0/24. Le nombre 24 dénote combien de bits sont inclus dans la partie réseau. Ceci veut dire que 32-24 bits sont dédiés à la partie machine -- ce qui correspond au dernier octet de l'adresse. Notamment, la première adresse dans ce réseau sera : 192.168.13.1 et la dernière adresse sera 192.168.13.255. La dernière adresse dans chaque sous-réseau est automatiquement l'adresse de broadcast. Dans ce cas-ci, l'adresse de broadcast est 192.168.13. 255. La première adresse possible pour une machine est 192.168.13.1 et la dernière est 192.168.13.254. En général on calcule le nombre de machines qu'on peut avoir dans un réseau dont le numéro est /x en notation CIDR selon la formule suivante : $n_{machines} = 2^{(32-x)} - 2$. Les deux adresses qui ne sont pas incluses sont l'adresse du réseau lui-même et l'adresse de broadcast. Sur cet exemple on a $2^8 - 2 = 256 - 2 = 254$ machines.

- Exemple: 192.168.136.0/23.

Le nombre total de machines est : $2^{32-23} - 2 = 2^9 - 2 = 512 - 2 = 510$. Pour comprendre quelle est la première adresse dans ce réseau, il faut regarder la notation CIDR. Si le réseau est sur 23 bits (comme indiqué par la notation CIDR), le premiers 23 bits de l'adresse réseau sont fixés. 23 bits veut dire les premiers deux octets et les premiers 7 sur 8 bits du troisième. On écrit le troisième bit en binaire : 136 = 10001000. On fixe les premiers 7 bits : **1000100**0. Cette partie

ne changera pas. En revanche le reste de l'adresse (notamment le dernier octet + le dernier bit du troisième octet) peuvent changer. Ceci nous donne comme première adresse : 192.168.136.1 et la dernière adresse (adresse de broadcast) 192.168.137.255. La dernière adresse qui peut être donnée à une machine sera donc 192.168/137.254.

Le numéro d'un réseau doit, impérativement, n'avoir que de 0s pour les bits qui sont non-fixés. Par exemple un numéro de réseau /25 bits aura les derniers $32-25 = 7$ bits égaux à 0 : 192.168.3.128/25 est un numéro de réseau valide, tandis que 192.168.3.32/28 ne l'est pas.

L'inverse n'est pas vrai. Un réseau peut avoir de 0s également parmi les bits fixés. Par exemple 192.0.3.0/24 est un numéro de réseau valide.

Adresse IP avec un masque de réseau (netmask)

Une façon alternative d'écrire un numéro de réseau est de donner le numéro et un masque de réseau. Le masque de réseau indique le nombre de bits qui sont fixés comme partie du réseau (les autres bits peuvent changer avec l'adresse IP de chaque machine). Un masque est un numéro sur 4 octets, dont les quelques premiers bits sont tous égaux à 1 et les derniers sont tous 0. Le nombre total de bits égaux à 1 est le numéro de bits fixés.

- Exemple : 192.168.33.0, netmask 255.255.255.0
On écrit 255.255.255.0 en notation binaire : 11111111.11111111.11111111.00000000. Ceci nous donne donc 24 bits égaux à 1 et 8 égaux à 0. Notre adresse réseau est donc équivalente à 192.168.33.0/24 en notation CIDR. On a un total de $2^8 - 2 = 254$ machines. La première adresse possible est : 192.168.33.1. La dernière adresse qu'on peut donner à une machine est : 192.168.33.254. L'adresse de broadcast est : 192.168.33.255
- Exemple : 192.36.2.0 netmask 255.255.255.128
On écrit le masque en binaire : 11111111.11111111.11111111.10000000. Ceci nous donne 25 bits fixés, ou une adresse en notation CIDR de 192.36.2.0/25. Ce réseau a la place pour $2^7 - 2 = 126$ machines. La première adresse est 192.36.2.1 et la dernière adresse qu'on peut donner à une machine est : 192.36.2.126. L'adresse de broadcast est au 192.36.2.127.

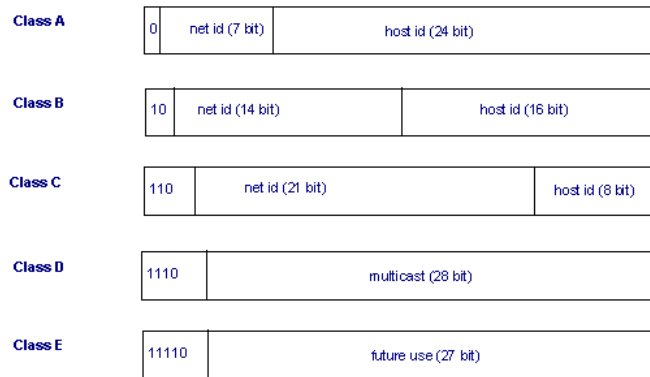
Adresse IP vs adresse réseau

Si on parle de l'adresse IP d'une machine, celle-ci aura toujours le format x.y.z.t, où x,y,z,t prennent des valeurs entre 0 et 255. Cependant, lorsqu'on veut indiquer une adresse réseau il est impératif d'indiquer la taille du réseau, soit en notation CIDR, soit avec un masque.

- Exemple : 192.168.32.128 est une adresse IP
- Exemple : 192.168.32.128/25 est une adresse réseau

Classes de réseaux

Avant l'introduction de la notation CIDR, on utilisait beaucoup les classes de réseaux, une répartition qui dépendait de la taille approximative du réseau et fixait les premiers bits de l'adresse réseau. On avait plusieurs classes de réseaux, comme indiqué ci-dessous :



Source : <https://www.eventhelix.com>

La classe d'un réseau est le plus facilement visible sur le premier octet de l'adresse réseau :

Classe	Premier bit(s) :	Premier octet :	Equivalent CIDR :
Classe A	0	0-127	/8
Classe B	10	128-191	/16
Classe C	110	192-223	/24
Classe D	1110	224-239	/28

Ce système est encore en usage, même s'il donne beaucoup moins de flexibilité qu'une notation CIDR.

- Exemple : imaginons une machine dont l'adresse IP est 135.166.2.34. Le premier octet nous indique déjà qu'il s'agit d'une machine dans un réseau de classe B (car le premier octet de l'adresse IP est 135). Un réseau de classe B est sur /16 bits, donc les premiers 16 bits de l'adresse sont la partie réseau et les derniers 16, de la partie machine. Notamment cette machine fait partie du réseau 135.166.0.0/16. Le nombre maximal de machines qui peuvent être incluses dans ce réseau est $2^{16} - 2 = 65534$ machines.

Parmi les adresses IP, il y a quelques plages d'adresses qui ne peuvent pas être utilisées pour une machine qui est directement connectée à l'Internet :

- En classe A : 10.0.0.1 -- 10.255.255.254
- En classe B : 172.16.0.1 -- 172.31.255.254
- En classe C : 192.168.0.1 -- 192.168.255.254

Puisque ces adresses ne sont pas directement liées à l'Internet, on peut les utiliser pour un grand nombre de machines en parallèle, dans des divers sous-réseaux, notamment pour les utilisateurs qui n'ont pas acheté une autre plage d'adresses.

En plus de ces adresses, il y a également quelques adresses particulières à un usage dédié :

- 127.0.0.1/8 : est une adresse de loopback (le message revient à la machine qui l'a envoyé). Ceci peut être utile lorsque la machine tente de se connecter à un serveur local
- 255.255.255.255 : broadcast IP
- 0.0.0.0 : absence d'adresse IP (utilisé en DHCP lorsqu'on demande justement d'avoir une adresse IP qui sera attribué à notre machine)
- 0.0.0.0/0 : toutes les adresses possibles.

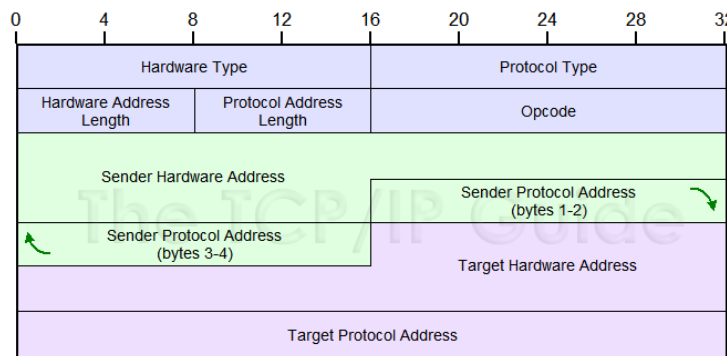
Le protocole ARP

Le protocole ARP est utilisé lorsqu'on essaie d'associer une adresse MAC à une adresse IP. Dans un certain sens on peut penser à l'adresse IP comme à un passeport (un document utilisé à l'international) et à l'adresse MAC comme à un numéro de sécurité sociale (utilisé seulement en France). Chaque machine garde une table ARP, qui stocke des correspondances entre des adresses IP et des adresses MAC. À chaque nouvel envoi d'un message, la machine vérifie si l'adresse MAC est déjà connue et, le cas échéant on cherche la nouvelle correspondance par une requête ARP.

Le protocole ARP vise les adresses MAC dans un seul sous-réseau. Les messages de ce protocole sont encapsulés sous la forme d'un trame Ethernet, et donc elles sont seulement utilisables à la couche II et sur un medium physique partagé. Ce protocole consiste en deux messages :

- Une requête ARP envoyée en broadcast (avec le message « Qui a l'adresse <adresse IP> ? Dites à <adresse de l'expéditeur> »)
- Une réponse envoyée en unicast (contenant l'adresse demandée) à l'expéditeur

Les messages ARP ont le format suivant :



<http://www.tcpipguide.com>

Dans la requête ARP, le champ « Target hardware address » -- qui représente l'adresse MAC qu'on cherche, est mis à la valeur « inconnue », c'est-à-dire : 00 :00 :00 :00 :00 :00. La valeur Opcode se réfère au code de l'opération cherchée, notamment 1 pour la requête et 2 pour la réponse. Ce code peut aussi prendre d'autres valeurs, actuellement entre 0 et 25 : <https://www.iana.org/assignments/arp-parameters/arp-parameters.xhtml> . C'est pourquoi cette valeur est représentée sur 5 bits.

Préambule

Avant de commencer nous allons faire un petit rappel des notions dont nous aurons besoin aujourd'hui :

1. Décrivez dans vos propres mots le rôle et le fonctionnement des couches physique, liaison et réseau du modèle OSI.
2. Expliquez dans vos propres mots la notion d'encapsulation
3. Quel format ont les données échangées à chacune de ces trois couches ?
4. Quels sont les protocoles utilisés sur ces trois couches ?

Exercice 1

Dans le tableau ci-dessous complétez les éléments manquants.

Réseau (CIDR)	Masque	Adresse début	Adresse fin	Broadcast	# adresses
192.168.1.0/24	255.255.255.0	192.168.1.1	192.168.1.254	192.168.1.255	254
172.16.24.32/28					
10.25.51.0/16					

10.253.45.0/30					
		10.253.44.1			510
		192.287.3.1	192.287.3.254		
			192.3. 2.254		62

Exercice 2 (Question du contrôle de l'année dernière)

Votre entreprise achète la plage d'adresses 123.45.66.0/23. On vous demande de découper ce réseau de manière à répondre aux besoins d'adressage des différents sites de l'entreprise :

- 200 machines pour le siège social
- 100 machines pour la filiale en Belgique
- 110 machines pour la filiale en Allemagne

1. Vérifiez que la plage achetée vous permettra de mettre en place le nombre de machines souhaité.

2. Expliquez la méthodologie que vous allez adopter pour répartir les adresses. De plus, pour chaque sous-réseau obtenu, indiquez :
 - a. Son numéro de réseau, en utilisant une notation CIDR et en donnant le masque réseau (Netmask)
 - b. L'adresse de broadcast de chaque sous-réseau
 - c. Le nombre de machines que l'on peut adresser
 - d. La première adresse utilisable
 - e. La dernière adresse utilisable

Exercice 3

Nous avons réparti une plage d'adresses sur 25 bits dans deux sous-réseaux de taille égale, 26 bits chacune. Les deux sous-réseaux sont 192.155.32.0/26 et 192.155.32.64/26.

1. Quel était l'adresse du réseau original ?
2. Les machines dans le réseau 192.155.32.0/26 sont dans le même sous-réseaux. Comment communiquent-elles ?
3. Et si on parle de la communication entre une machine du sous-réseau 192.155.32.0/26 et une machine du sous-réseau 192.155.32.64/26 ?
4. Prenons ces quatre machines : (A) 192.155.32.15 ; (B) 192.155.32.105 ; (C) 192.155.32.135 ; (D) 192.155.32.56. Indiquez dans chaque cas si ces deux machines peuvent communiquer :
 - a. A et D
 - b. B et C
 - c. A et C
 - d. B et D

Exercice 4

1. J'ai trois machines, notés PC1, PC2, PC3, dont les adresses IP sont 194.168.0.112, 194.168.0.223 et 194.168.0.45. Discutez :
 - Dans quelle classe de réseau peut-on trouver ces machines-ci ?
 - Donnez l'adresse réseau en notation CIDR et avec un masque de réseau.
 - Donnez le nombre maximal de machines qu'on peut installer sur cette machine, l'adresse de la première et l'adresse de la dernière machine.

2. Pour chacune des adresses ci-dessous donnez sa classe, son adresse réseau, la partie machine de son adresse, ou mentionner si elle est une adresse spéciale (et dans quel sens) :

- 192.178.275.234

- 192.168.12.1

- 183.18.255.0

- 127.0.0.1

- 167.254.100.9

- 10.255.255.255

Exercice 5

Dans cet exercice, nous allons analyser le schéma figuré dans l'annexe. Sauf indication contraire, vous allez supposer que les classes A, B, C, D d'adressage sont respectés (par rapport à la taille de chaque sous-réseau).

1. Précisez tous les réseaux présents sur ce schéma, en donnant leur numéro de réseau et les machines qui apparaissent sur la figure qui sont incluses dans ces réseaux.
2. Pouvez-vous identifier les passerelles de ces réseaux ?
3. Etudiez la trame ci-dessous, en sachant que : 08 06 est le code du protocole ARP, 00 01 est le code du protocole Ethernet et 08 00 est le code du protocole IP.

```
a6 65 ab d8 d5 f1 42 49 e3 f4 10 92 08 06 00 01
08 00 06 04 00 02 42 49 e3 f4 10 92 c0 a8 05 2b
a6 65 ab d8 d5 f1 c0 a8 05 01
```

Répondez aux questions suivantes :

- Pourquoi doit-on spécifier le code de ces trois protocoles dans la trame ci-dessus ?
- Quels sont l'expéditeur et le destinataire de ce message ?
- Expliquez le contenu de ce message.

4. Etudiez la trame suivante :

```
ff ff ff ff ff ff a6 65 ab d8 d5 f1 08 06 00 01
08 00 06 04 00 01 a6 65 ab d8 d5 f1 c0 a8 05 01
00 00 00 00 00 00 ac 1f 02 fe
```

- Répondez aux mêmes questions que ci-dessus
- Cette trame ne peut jamais exister. Pouvez-vous trouver une justification pour cela ?

ANNEXE – M2102 - TD1

