

Démarrage d'un réseau IP

L'objectif du cours est de découvrir le fonctionnement de l'adressage IP dans le cadre d'un LAN.

Le contexte

La SSII que vous avez aidée dans l'installation de son réseau local souhaite à présente rendre fonctionnel son Intranet, ce qui suppose de créer le **plan d'adressage IP** de la société.

Généralités sur l'adresse IP

Format d'une adresse IP

Une adresse IP (v4) est codée sur **32** bits, mais elle est souvent notée sous sa forme décimale pointée (exemple : [210.169.27.50](#)).

Ecrivez l'adresse **217.12.6.29** sous forme binaire.

```
217 = 128 + 64 + 16 + 8 + 1
12  = 8  + 4
6   = 4  + 2
29  = 16 + 8 + 4 + 1
Résultat : 11011001.00001100.00000110.00011101
```

Ecrivez l'adresse **10000001.00101010.00010000 .01100111** sous forme décimale pointée.

```
10000001 = 128 + 1 = 129
00101010 = 32 + 8 + 2 = 42
00010000 = 16
01100111 = 64 + 32 + 4 + 2 + 1 = 103
Résultat : 129.42.16.103
```

Masque de sous-réseau

Une adresse IP se décompose en deux parties :

- La première partie (*net-id*) identifie le **réseau**.
- La seconde partie (*host-id*) identifie **l'hôte** : station, routeur...

Le nombre de bits utilisés pour identifier le réseau est variable. Pour différencier la partie réseau de la partie hôte, on utilise le **masque de sous-réseau**. Tous les bits de la partie réseau du masque sont à **1**, et tous les bits de la partie station sont à **0**. Le masque [255.255.255.0](#) associé à l'adresse [210.169.27.50](#) identifie le poste 50 sur le réseau 210.169.27.0.

Un réseau IP est un ensemble d'hôtes partageant la même adresse réseau.

Le masque de sous-réseau est parfois noté sous la forme **/n**, où **n** représente le nombre de bits de la partie réseau (autrement dit le nombre de bits à 1 dans le masque). C'est la notation **CIDR**.

Ecrivez le masque 255.255.0.0 en notation CIDR.

**Les deux premiers octets identifient le réseau.
Réponse : /16.**

Ecrivez le masque /28 en notation décimale classique.

**Il y a 28 bits pour la partie réseau.
En binaire : 11111111.11111111.11111111.11110000,
soit 255.255.255.240.**

Adresses réservées

Certaines adresses sont réservées pour un usage particulier. Elles ne peuvent donc pas être attribuées à un poste.

- **0.0.0.0** ("tout à zéro") est utilisée comme route par défaut dans les tables de routage.
- La plage d'adresses **0.X.X.X** (adresse d'acheminement par défaut).
- **127.0.0.1** est l'**adresse de boucle locale** (*loopback*). Elle est utilisée pour tester le fonctionnement de la carte réseau.
- La plage d'adresse **127.X.X.X**.
- **255.255.255.255** ("tout à un") permet de diffuser sans préciser le réseau.
- L'**adresse de réseau** s'obtient en positionnant tous les bits de la partie hôte à **0**. Elle est utilisée dans les tables de routage.
- L'**adresse de diffusion** s'obtient en positionnant tous les bits de la partie hôte à **1**. Elle est utilisée pour envoyer un message à tous les postes du réseau.

Donnez l'adresse de réseau et l'adresse de diffusion de l'adresse IP 12.125.13.4/8.

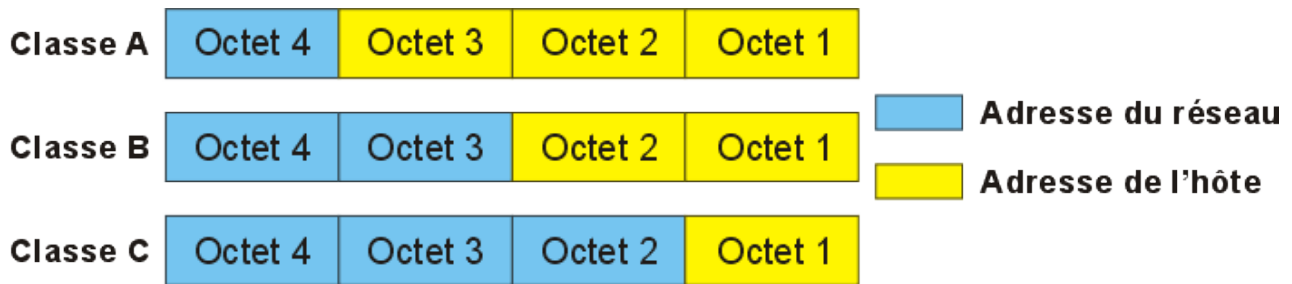
**Adresse de réseau : 12.0.0.0 (parfois notée 12).
Adresse de diffusion : 12.255.255.255.**

Classes d'adresses

A l'origine, les adresses IP ont été découpées en plusieurs **classes**.

Il existe trois classes d'adresses IP utilisables dans les réseaux standards.

- La classe **A** est définie par le format binaire **0xxxxxxx.X.X.X** et le masque **/8**.
- La classe **B** est définie par le format binaire **10xxxxxx.X.X.X** et le masque **/16**.
- La classe **C** est définie par le format binaire **110xxxxx.X.X.X** et le masque **/24**.



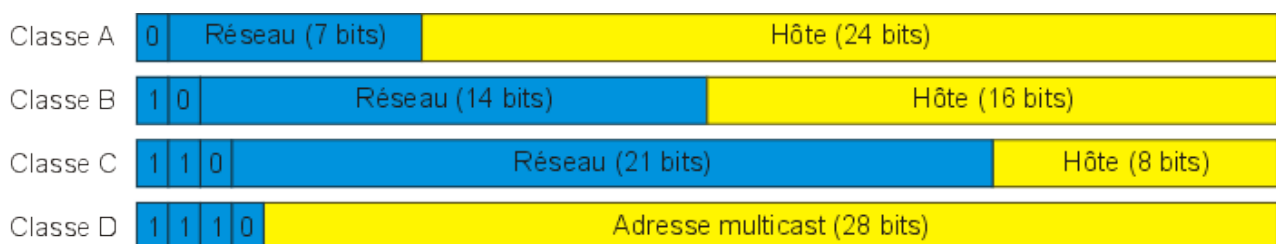
Classe	Plage d'adresses réseaux	Plage d'adresses hôtes
A	De 1.0.0.0 à 126.0.0.0 (126 réseaux)	De 1.0.0.1 à 126.255.255.254 (16 777 214 hôtes par réseau)
B	De 128.0.0.0 à 191.255.0.0 (16 384 réseaux)	De 128.0.0.1 à 191.255.255.254 (65 534 hôtes par réseau)
C	De 192.0.0.0 à 223.255.255.0 (2 097 152 réseaux)	De 192.0.0.1 à 223.255.255.254 (254 hôtes par réseau)

A l'époque, ces classes ont été définies pour répondre aux différents besoins des entreprises.

- Classe A : **très grandes entreprises**.
- Classe B : **entreprises moyennes**.
- Classe C : **petites entreprises**.

D'autres classes d'adresses existent, mais ne peuvent pas être attribuées à des hôtes :

- La classe **D** est définie par le format binaire **1 1 1 0 x x x x . X . X . X**, de 224.0.0.0 à 239.255.255.255, et sert au *multicast* (diffusion vers des machines d'un même groupe).
- La classe **E** est définie par le format binaire **1 1 1 1 0 x x x . X . X . X**. Elle est réservée pour des usages futurs.



Adresses privées

Plusieurs plages d'adresses IP ont été réservées pour les réseaux privés. Ces adresses sont non routables sur l'Internet. Il existe une plage d'adresses privées par classe d'adresse.

Classe	Masque	Plage d'adresses réseaux privés
A	/8	10.0.0.0 (1 réseau)
B	/16	De 172.16.0.0 à 172.31.0.0 (16 réseaux)
C	/24	De 192.168.0.0 à 192.168.255.0 (256 réseaux)

Par quelles organisations les adresses privées sont-elles utilisées ?

Elles sont utilisées par les organisations :

- N'ayant pas d'accès à l'Internet.**
- Ne disposant pas de suffisamment d'adresses IP publiques pour connecter tous leurs hôtes.**

L'organisme chargé d'allouer l'espace des adresses IP est l'[ICANN](#) (*Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*).

Mise en place d'IP

Le plan d'adressage

Le directeur de la SSII souhaite que vous définissiez le plan d'adressage IP de son réseau local (voir schéma du réseau page suivante). Chaque étage doit pouvoir héberger jusqu'à 60 machines. Le nombre de serveurs évoluera peu.

Qu'est-ce qu'un plan d'adressage IP ?

Définir un plan d'adressage IP consiste à affecter des plages d'adresses IP pour les différentes machines du réseau.

Quelle est son utilité ?

En premier lieu, il évite les doublons d'adresse. De plus, il permet de mieux contrôler le fonctionnement du réseau et d'anticiper son extension.

Il est courant de réserver le "début" de l'espace d'adressage aux serveurs, et la "fin" aux équipements d'interconnexion (commutateurs administrables, routeurs...).

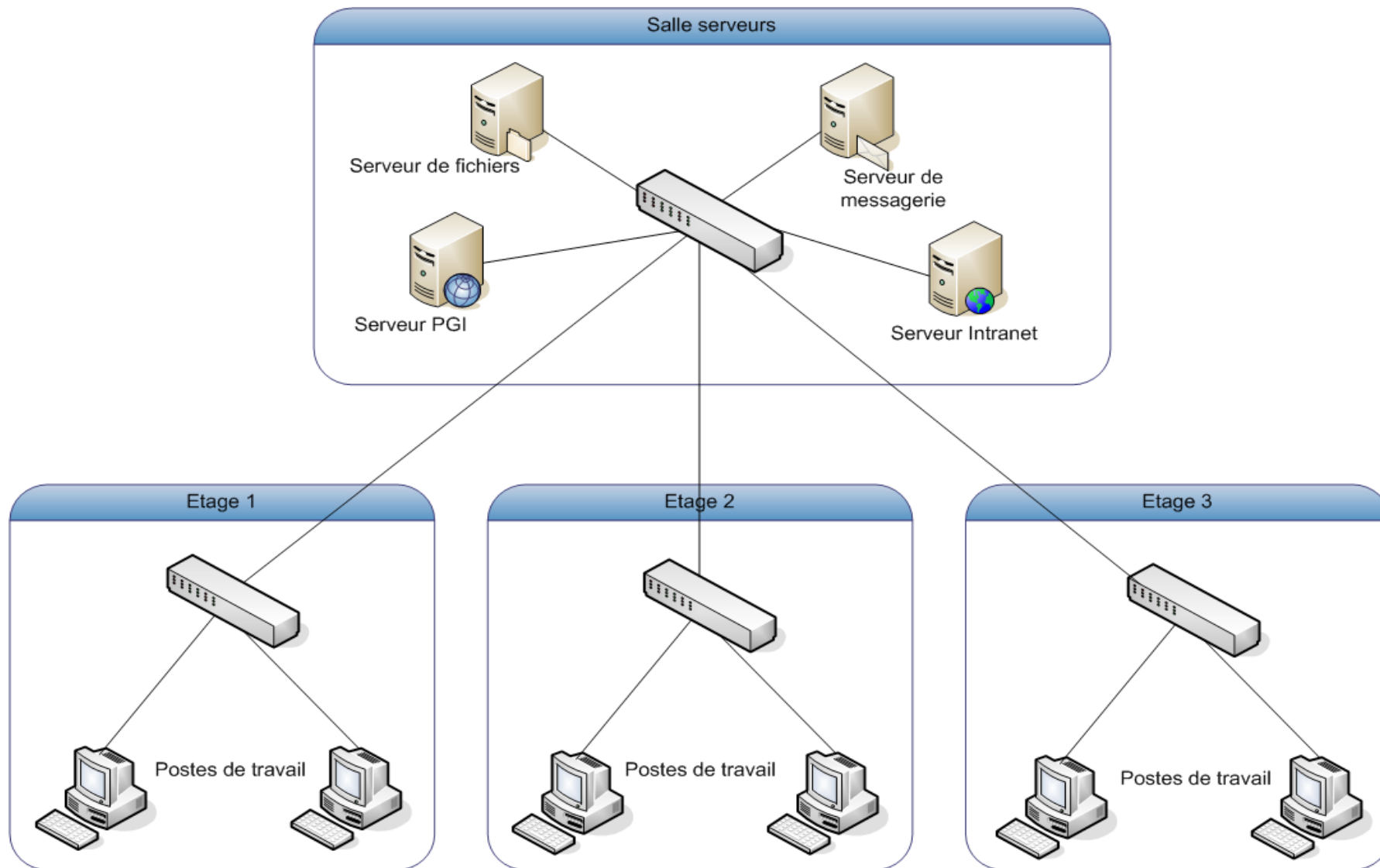


Schéma réseau de la SSII

Proposez un plan d'adressage IP pour le LAN.

On peut faire le choix d'un réseau privé de classe C, par exemple 192.168.0.0/24.

Salle serveurs : de 192.168.0.1 à 192.168.0.10.

Etage 1 : de 192.168.0.11 à 192.168.0.90.

Etage 2 : de 192.168.0.91 à 192.168.0.170.

Etage 3 : de 192.168.0.171 à 192.168.0.250.

Vérification de l'adressage

Une fois les adresses IP des postes configurées, il est nécessaire de vérifier que les stations peuvent s'échanger des messages. Ce test utilise la commande **ping**, qui emploie le protocole **ICMP** (Internet Control Message Protocol).

Lien entre IP et Ethernet

IP est un protocole de niveau **3** utilisant des adresses **logiques**.

Ethernet est un protocole de niveaux **1 et 2** utilisant des adresses **physiques** (MAC).

Encapsulation d'IP dans Ethernet

Les informations qui circulent sur un réseau local sont des **trames** Ethernet qui encapsulent des **paquets** IP. Il existe 2 types de trame Ethernet : **Ethernet II (DIX)** et **802.3**.

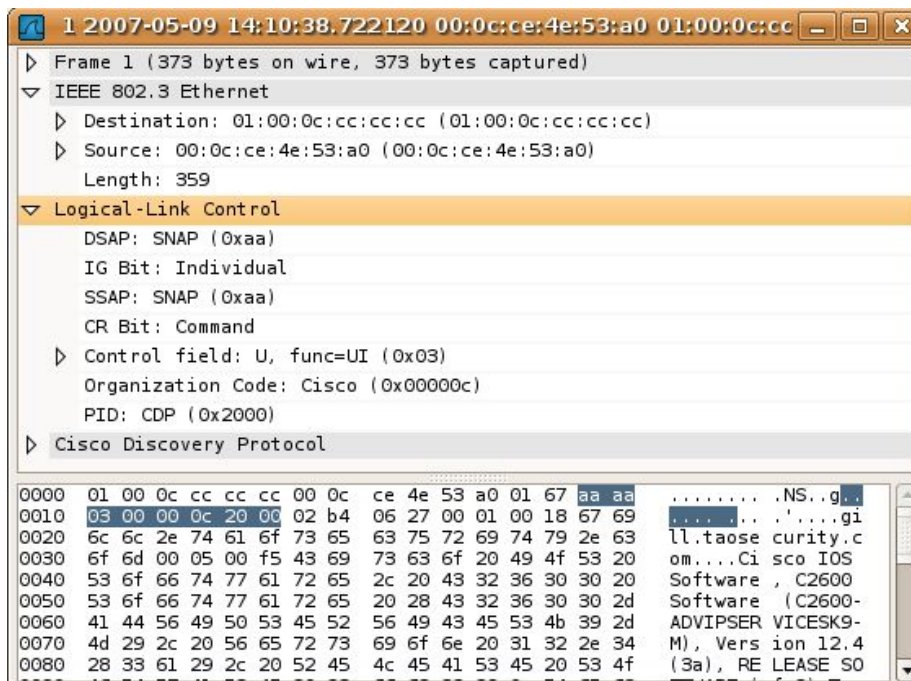
No. -	Time	Source	Destination	Protocol	Info
1	0.000000	192.168.1.79	66.249.93.104	ICMP	Echo (ping) request
2	0.065940	66.249.93.104	192.168.1.79	ICMP	Echo (ping) reply
3	1.002626	192.168.1.79	66.249.93.104	ICMP	Echo (ping) request
4	1.068143	66.249.93.104	192.168.1.79	ICMP	Echo (ping) reply
5	2.003615	192.168.1.79	66.249.93.104	ICMP	Echo (ping) request
6	2.069896	66.249.93.104	192.168.1.79	ICMP	Echo (ping) reply
7	3.004565	192.168.1.79	66.249.93.104	ICMP	Echo (ping) request
8	3.070686	66.249.93.104	192.168.1.79	ICMP	Echo (ping) reply

Frame 2 (74 bytes on wire (58 bytes captured) on interface 0)	
Ethernet II, Src: FreeboxS_1e:8f:a1 (00:07:cb:1e:8f:a1), Dst: AsustekC_3f:5f:cc (00:15:f2:3f:5f:cc)	
Destination: AsustekC_3f:5f:cc (00:15:f2:3f:5f:cc)	
Source: FreeboxS_1e:8f:a1 (00:07:cb:1e:8f:a1)	
Type: IP (0x0800)	
Internet Protocol, Src: 66.249.93.104 (66.249.93.104), Dst: 192.168.1.79 (192.168.1.79)	
Internet Control Message Protocol	

0000	00 15 f2 3f 5f cc 00 07	cb 1e 8f a1 08 00 45 00	...?_... ..E.
0010	00 3c 04 90 00 00 f2 01	61 d8 42 f9 5d 68 c0 a8	.<..... a.B.]h..
0020	01 4f 00 00 f2 5b 02 00	61 00 61 62 63 64 65 66	.O...[.. a.abcdef
0030	67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e	6f 70 71 72 73 74 75 76	ghijklmn opqrstuv
0040	77 61 62 63 64 65 66 67	68 69	wabcdefghi

Type (eth.type), 2 bytes	P: 8 D: 8 M: 0 Drops: 0
--------------------------	-------------------------

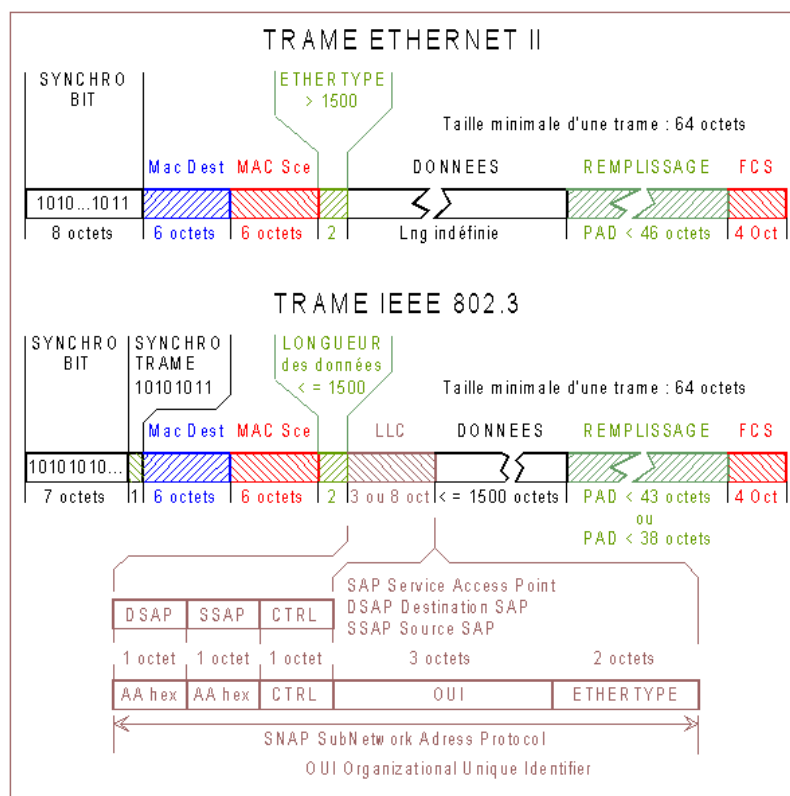
Capture d'une trame Ethernet II (DIX)



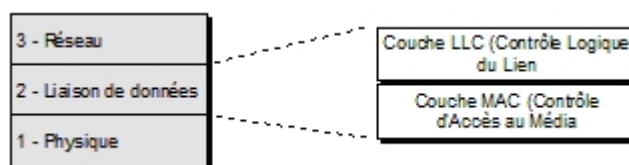
Capture d'une trame 802.3

L'encapsulation d'IP varie légèrement suivant le type de trame utilisé sur le réseau local.

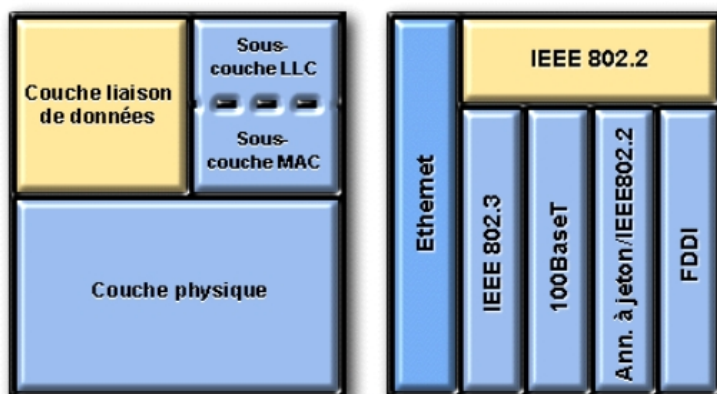
- Pour une trame Ethernet II (DIX), le champ **Type** indique le type de donnée transportée (**0x8000** pour un paquet IP).
- Pour une trame 802.3, ce champ indique la longueur de la trame. Un en-tête **LLC** (Logical Link Control) est ajouté aux données encapsulées dans la trame. Cet en-tête comprend plusieurs champs contrôlant certains paramètres de QoS, ainsi qu'un champ indiquant le type de donnée transportée.



Le protocole LLC a été normalisé par l'IEEE sous le nom **802.2**. Dans le modèle OSI, il forme une surcouche à l'intérieur de la couche liaison de données.



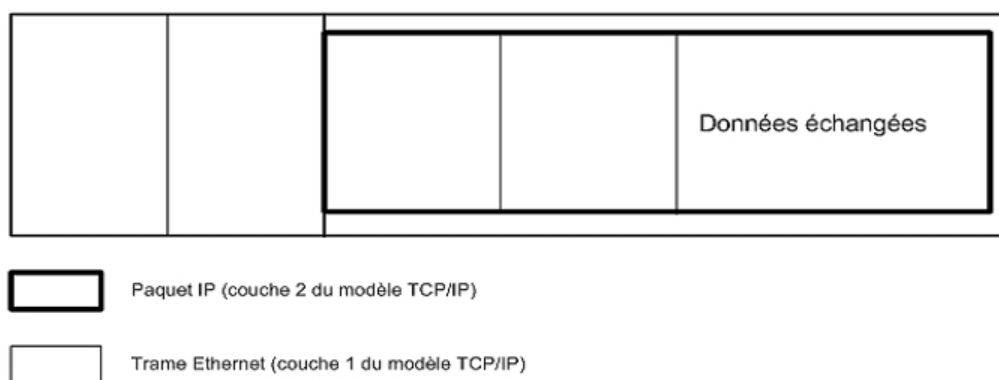
LLC sert d'interface entre la couche réseau et le protocole de communication utilisé (Ethernet, Token Ring...).



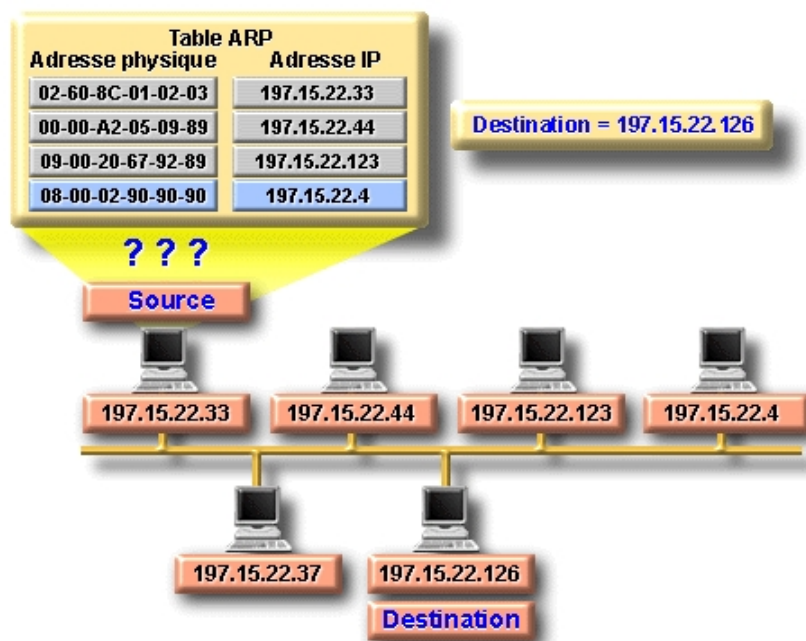
Correspondance entre une adresse IP et une adresse MAC

La communication physique sur le réseau local se base sur l'utilisation d'adresses MAC. Chaque trame Ethernet émise contient l'adresse MAC de l'émetteur ainsi que celle du destinataire. Ces trames encapsulent des paquets IP contenant les adresses IP source et destination.

Complétez le schéma ci-dessous en ajoutant les adresses MAC et IP source et destination.



Pour pouvoir envoyer des informations à un destinataire local identifié par son adresse IP, il faut donc disposer de son adresse MAC. Comment passer d'une adresse IP à une adresse MAC ? C'est le rôle du protocole **ARP** (*Address Resolution Protocol*).



© Cisco Systems, Inc. 1999

Chaque hôte du réseau maintient un **cache** ARP associant adresses MAC et adresses IP des machines du réseau. Les données du cache expirent au bout d'un certain temps. Lorsqu'une machine veut envoyer un paquet IP à une autre :

1. Elle cherche l'adresse **MAC** correspondant à l'adresse **IP** dans son cache ARP.
2. Si l'adresse MAC est dans le cache, le paquet IP est encapsulé dans une trame **unicast** à destination de cette adresse.
3. Si l'adresse MAC est absente du cache, elle envoie une trame de **broadcast** (*ARP request*) contenant l'adresse IP du destinataire.
4. Toutes les machines du domaine de diffusion reçoivent la demande ARP et ajoutent dans leur cache l'association adresse IP / adresse MAC du demandeur.
5. Celle qui est identifiée par l'adresse **IP** renvoie une trame à l'expéditeur (*ARP reply*) contenant son adresse **MAC**.
6. L'expéditeur reçoit la réponse ARP et mémorise l'adresse **MAC** de l'expéditeur dans son cache : c'est celle qu'il recherchait. Il peut maintenant lui envoyer des paquets IP.
7. Si l'adresse IP recherchée ne correspond à aucune station, l'envoi de données échoue.



STRUCTURE D'UNE REQUÊTE ARP



STRUCTURE DE RÉPONSE ARP