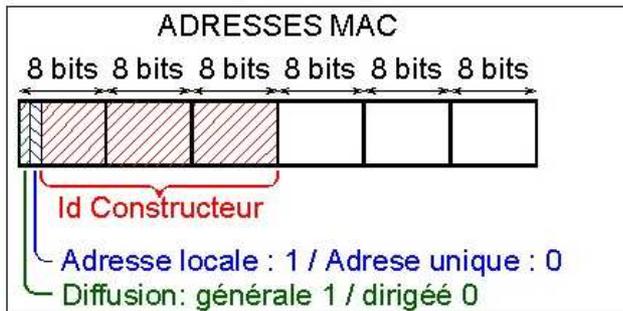


**ADRESSAGE PHYSIQUE (PROTOCOLE ETHERNET)  
ET ADRESSAGE LOGIQUE (PROTOCOLE IP)****Objectifs du COURS :**

Ce cours traitera essentiellement les points suivants :

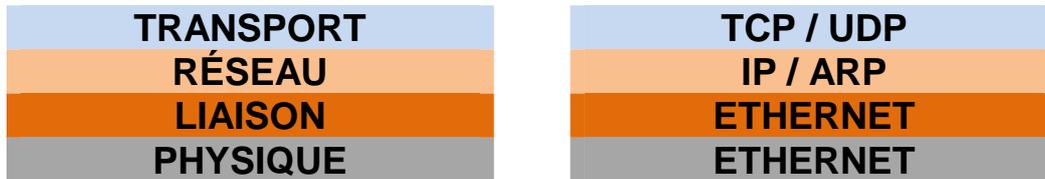
- couches et protocoles concernés
- adresses physiques (MAC)
- adresses logiques (IP) et paquets
- internet protocol :
  - les adresses IPV4
  - les adresses IPV6
  - les adresses privées
  - notion de masque
  - adresses de réseau et de diffusion
  - adresse IP et nom de domaine
- exercices d'application

Tous les réseaux n'ont qu'un objectif : acheminer correctement des données d'une source vers une destination. Pour cela, la source doit au moins connaître le nom du destinataire. Source et destination doivent être sur des réseaux interconnectés.

Les connexions doivent se faire dans un maximum de transparence que ce soit entre 5 cm ou 20 000 km, qu'il y ait un réseau à haut débit ou réseau sans fil ou même un réseau satellite.

**COUCHES ET PROTOCOLES UTILISÉS**

Lorsque les réseaux sont interconnectés, les quatre premières couches sont concernées. Pour chacune de ces couches, certains protocoles sont courants dans les réseaux locaux et sur internet.



Couches utilisées et leurs protocoles associés dans les LAN

**LAN** : Local Area Network, en français réseau local.

Le protocole ARP a un rôle phare parmi les protocoles de la couche réseau, il permet de connaître l'adresse physique d'une carte réseau correspondant à une adresse IP. On l'appelle protocole de résolution d'adresse (**ARP** : Adress Resolution Protocol).

### ADRESSES PHYSIQUES (MAC)

Imaginons deux cartes réseau qui communiquent en s'échangeant des messages. Sur un réseau partagé, ce qui est généralement le cas des réseaux locaux, tous les postes connectés au même câbles reçoivent le message, mais pourtant seul celui à qui il est destiné le lit !

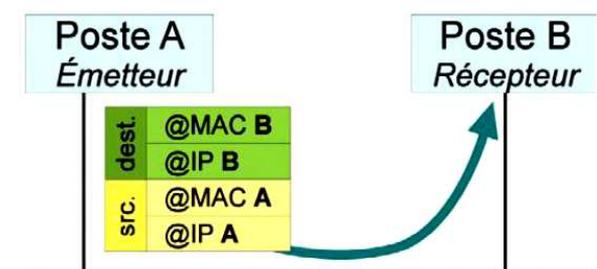
Comment sait-il que cette trame lui est adressée ?

**Car il reconnaît l'adresse de destination, contenue dans la trame comme étant la sienne.**

Comment sait-il qui lui a envoyé la trame ?

**Car la trame contient aussi l'adresse de l'émetteur.**

Au niveau de la couche liaison, les nœuds réseaux utilisent une adresse dite « **physique** » pour communiquer. L'adresse correspond à l'adresse de la carte réseau. On parle d'adresse **MAC (Medium Access Control)** ou d'adresse de couche 2 (en référence au modèle OSI).



Distribution dans un réseau local sans routeur

#### Remarque :

Un nœud réseau correspond à tout composant ayant accès au réseau, comme une imprimante, un ordinateur, un téléphone IP, une carte wifi ...

Pour Ethernet, la longueur de l'adresse physique est de 48 bits soit 6 octets (par exemple : 00-22-15-3A-15-3E).

Elle est définie par le constructeur de la carte : 3 octets sont attribués par l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers ou institut des ingénieurs électriciens et électroniciens) à chaque constructeur de matériel réseau et 3 autres sont définis par le constructeur.

L'adresse MAC identifie de manière unique un nœud dans le monde. Elle est physiquement liée au matériel (écrite sur la PROM), c'est-à-dire à la carte réseau.

8 bits	8 bits	8 bits	8 bits	8 bits	8 bits
00	22	15	3A	15	3E
Id constructeur			Affecté par le constructeur		
Adresse MAC Ethernet					

#### Remarque :

L'IEEE : est une organisation qui a pour but de promouvoir la connaissance dans le domaine de l'ingénierie électrique (électricité et électronique).

L'adresse MAC (adresse de bas niveau) permet à tous les coups d'identifier la machine. Cependant les applications doivent éviter d'utiliser cette adresse car il faudrait la changer dès lors qu'on change un ordinateur ou une carte dans le réseau.

Aussi, les applications travaillent avec une adresse logique, immuable, et maintiennent à jour une table de correspondance entre adresse physique (MAC) et adresse logique (IP).

## ADRESSES LOGIQUES (IP) ET PAQUETS

L'adresse d'une carte réseau correspond à l'adresse d'un poste et d'un seul. Or les postes sont généralement regroupés en réseau.

Comment identifier le réseau auquel appartient le poste ?

**Il faut une adresse logique qui soit indépendante de l'adresse physique, c'est le rôle d'IP (Internet Protocol).**

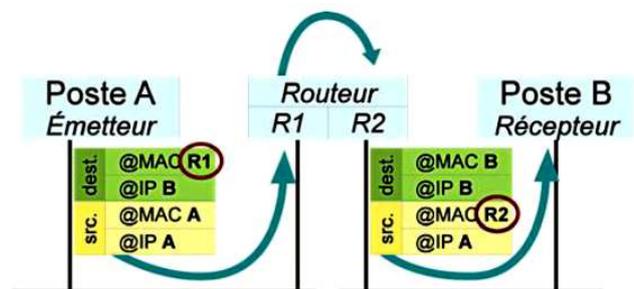
Pourquoi identifier le réseau ?

**Pour permettre à 2 postes qui ne sont pas connectés au même réseau de communiquer. Cela est impossible avec une adresse MAC, il faut une adresse de niveau supérieur, comme nous le verrons un peu plus loin avec le routage IP.**

Le message véhiculé par la trame va contenir une autre adresse destinataire dont un des objectifs sera de définir le réseau destinataire du message. On appelle le message contenu dans une trame **un paquet**.

Cette adresse dite logique du nœud (car elle est attribuée par logiciel), contenue dans le paquet, est l'adresse **IP**.

Elle est définie indépendamment de toute topologie d'ordinateur ou de réseau. Son format reste identique quel que soit le support utilisé (fibre optique, Wifi, réseau 3G, Ethernet, ADSL ...)



Routage d'un paquet à travers un routeur

**RN = Réseau N**

**EXERCICE D'APPLICATION**

D'après le schéma « Routage d'un paquet à travers un routeur » :

**Question 1 :**

Combien de cartes réseaux possède le routeur ?

**Il possède 2 cartes réseaux, une sur chaque lien.**

**Question 2 :**

Combien d'adresses MAC possède le routeur ?

**Il possède 2 adresses MAC, une par carte réseau.**

**Question 3 :**

Combien d'adresses IP possède le routeur ?

**Il possède 2 adresses IP, une par réseau.**

**INTERNET PROTOCOL**

Les machines (hôtes) d'un réseau TCP/IP sont identifiées par leur adresse IP. Ces adresses sont uniques sur la planète. Elles sont attribuées par ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers). Il existe deux versions d'adresses IP : **les V4 et les V6.**

**LES ADRESSES IPV4**

La version 4 est actuellement la plus utilisée, elle est généralement écrite en notation décimale avec quatre nombres compris entre 0 et 255, séparés par des points.

**Exemple :**

Adresse IPV4 : **172.16.170.210**

<b>8 bits</b>	<b>8 bits</b>	<b>8 bits</b>	<b>8 bits</b>
<b>0xAC</b>	<b>0x10</b>	<b>0xAA</b>	<b>0xD2</b>
<b>172</b>	<b>16</b>	<b>170</b>	<b>210</b>
<b>Adresse et notation IPV4</b>			

IPV4 utilise une adresse IP sur 32 bits, ce qui est un facteur limitant l'expansion d'internet puisque seulement 4 294 967 296 ( $2^{32}$ ) adresses sont possibles.

**EXERCICE D'APPLICATION****Question :**

Convertir en notation décimale l'adresse 0xC0A801FD.

<b>0xC0</b>	<b>0xA8</b>	<b>0x01</b>	<b>0xFD</b>
<b>192</b>	<b>168</b>	<b>1</b>	<b>253</b>

**Adresse IPV4 : 192.168.1.253**

**LES ADRESSES IPV6**

Une adresse IPV6 est longue de 128 bits, soit 16 octets. On dispose ainsi de  $2^{128}$  adresses. La notation décimale pointée employée pour les adresses IPV4 est abandonnée au profit d'une écriture hexadécimale ou les 8 groupes de 2 octets (soit 16 bits par groupe) sont séparés par un signe deux-points.

**Exemples :**

La notation comprend exactement 39 caractères.

Adresse IPV6 : **2001:0db8:0000:85a3:0000:0000:ac1f:8001**

Il est permis d'omettre de 1 à 3 zéros non significatifs dans chaque groupe de 4 chiffres hexadécimaux.

Adresse IPV6 : **2001:db8:0:85a3:0:0:ac1f:8001**

Une unique suite d'un ou plusieurs groupes consécutifs de 16 bits tous nuls peut être omise, en conservant toutefois les signes deux-points de chaque côté de la suite de chiffres omise, c'est-à-dire une paire de deux points ( :: ).

Adresse IPV6 : **2001:db8:0:85a3::ac1f:8001**

**LES ADRESSES PRIVÉES**

Un réseau privé est un réseau qui utilise les plages d'adressage IP privées, par exemple 192.168.0.0. Ces adresses ne sont pas routées sur internet. Un réseau privé peut être numéroté librement avec les plages d'adresses prévues à cet effet. Par opposition aux adresses publiques d'internet, ces adresses ne sont pas uniques, plusieurs réseaux pouvant utiliser les mêmes adresses.

**Remarque :**

Il existe différentes classes d'adresses IP repérées A à E :

<http://www.inetdoc.net/articles/adressage.ipv4/adressage.ipv4.class.html>

### NOTION DE MASQUE

Une adresse IP est toujours associée à un masque.

Ce masque permet d'identifier la part hôte de la partie réseau d'une adresse. Par un simple masque binaire (ET bit à bit) entre une adresse cible et son masque, une machine sait si la machine cible est sur le même réseau ou pas. Ceci permet de choisir le routeur adéquat ou une distribution directe.

Le masque permet également de définir le nombre de machines de notre réseau.

**Exemples :** 213.41.208.91/24

Les notations /XX sont équivalentes aux anciennes notées en décimal. /24 correspond à 255.255.255.0, soit 24 bits à 1 (en partant du poids fort, c'est-à-dire en partant de la gauche) représentés en notation décimale.

24 bits			8 bits
213	41	208	91
Partie réseau commune à toutes les machines du même réseau (netID)			Partie Hôte (hostID)

IPV4 :

213.41.208.91/24

←notation équivalente→

213.41.208.91 + 255.255.255.0

### EXERCICE D'APPLICATION

Question :

L'adresse 74.125.230.80 fait-elle partie du réseau 74.0.0.0/8 ?

**74.125.230.80 ET 255.0.0.0 revient à obtenir l'adresse 74.0.0.0 ce qui est identique à la partie réseau proposée.**

### ADRESSES DE RÉSEAU ET DE DIFFUSION

Deux adresses particulières existent. Il s'agit de l'adresse du réseau et de l'adresse de diffusion. L'adresse du réseau s'obtient en effectuant un ET logique entre l'adresse IP et le masque de sous-réseau.

Exemple :

Quelle adresse réseau possède la machine 194.45.67.98/26 ?

194.45.67.98 → **11000010.00101101.01000011.01100010**  
 /26 → **11111111.11111111.11111111.11000000**  
 Adresse réseau → **11000010.00101101.01000011.11000000**  
 Soit → **194 . 45 . 67 . 64**

L'adresse de diffusion d'un réseau ou d'un sous-réseau est une adresse réservée (la dernière des adresses possibles du dit réseau). Cette adresse est utilisée pour transmettre des informations (paquets) à tous les hôtes du sous-réseau (plus exactement du domaine de diffusion) en même temps. Un paquet destiné à une adresse est forcément transmis à toutes les machines du réseau. Les commutateurs diffusent aussi les broadcasts ; quand un de leurs ports reçoit une trame (suite de paquets) pour diffusion, il la diffuse sur tous les autres ports. Seuls les routeurs bloquent les broadcasts.

Connaissant l'adresse du masque de sous-réseau et l'adresse du réseau, on trouve l'adresse de diffusion par un petit calcul en décimal ; on opère octet par octet, en considérant chacun des octets de l'adresse réseau, et en y ajoutant la différence entre 255 et la valeur de l'octet correspondant au masque de sous-réseau.

#### Exemple :

Quelle est l'adresse de diffusion pour R = 192.168.20.0 et M = 255.255.255.0 ?

**D = 192.168.20.255**

### ADRESSE IP ET NOM DE DOMAINE

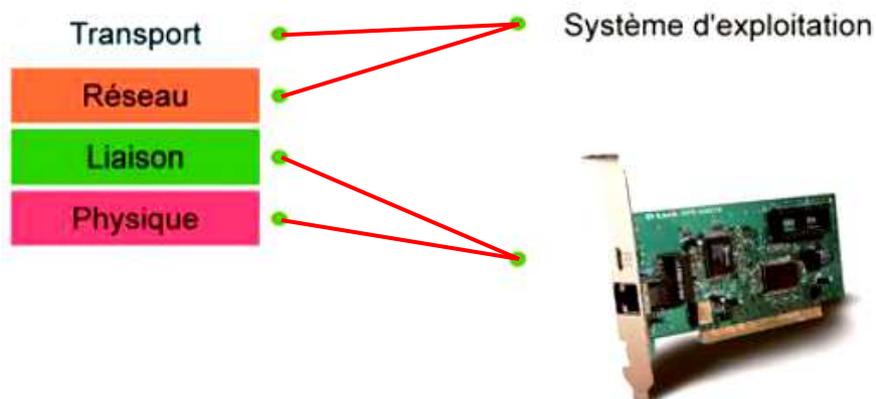
La plupart des adresses IP peuvent être converties en un nom de domaine et inversement. Le nom de domaine est plus facilement lisible : « www.google.fr » est le nom de domaine correspondant à 173.194.34.23. Il s'agit du système de résolution de noms (DNS pour Domain Name System).

### EXERCICES D'APPLICATIONS

#### COUCHES ET IMPLÉMENTATION

##### Question :

Relier par des traits les couches à l'endroit où elles sont implémentées.



**PROTOCOLE ARP**Question :

ARP permet de trouver l'adresse IP à partir de l'adresse MAC, vrai ou faux ?

**Faux, ARP permet de trouver l'adresse MAC à partir de l'adresse IP.**

**NOMBRE D'ADRESSES MAC**

Considérons une société fabriquant des cartes réseaux, elle obtient un id-constructeur par l'IEEE.

Question :

Combien d'adresses différentes pourra-t-elle mettre dans ses cartes en production ?

**$256^3 = 16\ 777\ 216$  @MAC**

**Certains constructeurs peu scrupuleux multiplient les @MAC en les utilisant plusieurs fois. La contrainte est que ces cartes clones ne doivent pas se retrouver sur un même réseau local.**

**ADRESSE IPV6 SIMPLIFIÉE**Question :

Simplifier l'écriture de l'adresse IPV6 suivante : « fedc:0000:0000:00f5:a200:e8ff:00fe:df9a ».

**fedc::f5:a200:e8ff:fe:df9a**

**ADRESSES RÉSEAU ET DIFFUSION**

Soit l'adresse suivante 77.45.234.56/17.

Question 1 :

Donner le masque sous la forme décimale.

**$17 = 8 + 8 + 1$  soit  $M = 255.255.128.0$**

Question 2 :

Donner l'adresse réseau.

	<b>01001101.00101101.11101010.00111000</b>	
<b>AND</b>		
	<b>11111111.11111111.10000000.00000000</b>	
<b>=</b>	<b>01001101.00101101.10000000.00000000</b>	<b>soit R = 77.45.128.0</b>

**Question 3 :**

Donner l'adresse de diffusion.

**R = 77.45.128.0**

**M = 255.255.128.0**

**D = 77 - (255 - 255) . 45 - (255 - 255) . 128 - (255 - 128) . 0 - (255 - 0)**

**D = 77.45.1.0**

---