

# Réseaux : 3<sup>o</sup> partie



*Les adresses forment une notion importante en communication et sont un moyen d'identification.*

*Dans un réseau informatique, on distinguera :*

- une adresse MAC qui est un identifiant unique au monde stocké dans une carte réseau ou une interface réseau*
- une adresse IP qui est un identifiant unique attribué à chaque interface avec le réseau et associé à une machine (routeur, ordinateur, etc.)*
- un numéro de port qui permet d'identifier le programme qui communique*
- une adresse Web qui est une chaîne de caractères permettant d'identifier une ressource sur le World Wide Web*
- une adresse électronique qui identifie une boîte à courrier électronique*



# Bibliographie

---

- "TCP/IP sous Linux" de JF Bouchaudy - Formation Tsoft © Ed. Eyrolles
- "TCP/IP Administration de réseau" de Craig Hunt © Ed. O'Reilly
- "Les protocoles TCP/IP et Internet" d'Eric Lapaille © NetLine 1999
- "Technique des réseaux locaux sous Unix" de L. Toutain © Ed. Hermes
- "Pratique des réseaux locaux d'entreprise" de JL Montagnier © Ed. Eyrolles
- "Transmission et Réseaux" de S. Lohier et D. Present © ED. DUNOD
- Les sites [www.frameip.com](http://www.frameip.com), [fr.wikipedia.org](http://fr.wikipedia.org), [www.w3.org](http://www.w3.org), etc ...

© Copyright 2010 tv <tvaira@free.fr>

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the **GNU Free Documentation License**, Version 1.1 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, with no Front-Cover Texts, and with no Back-Cover.

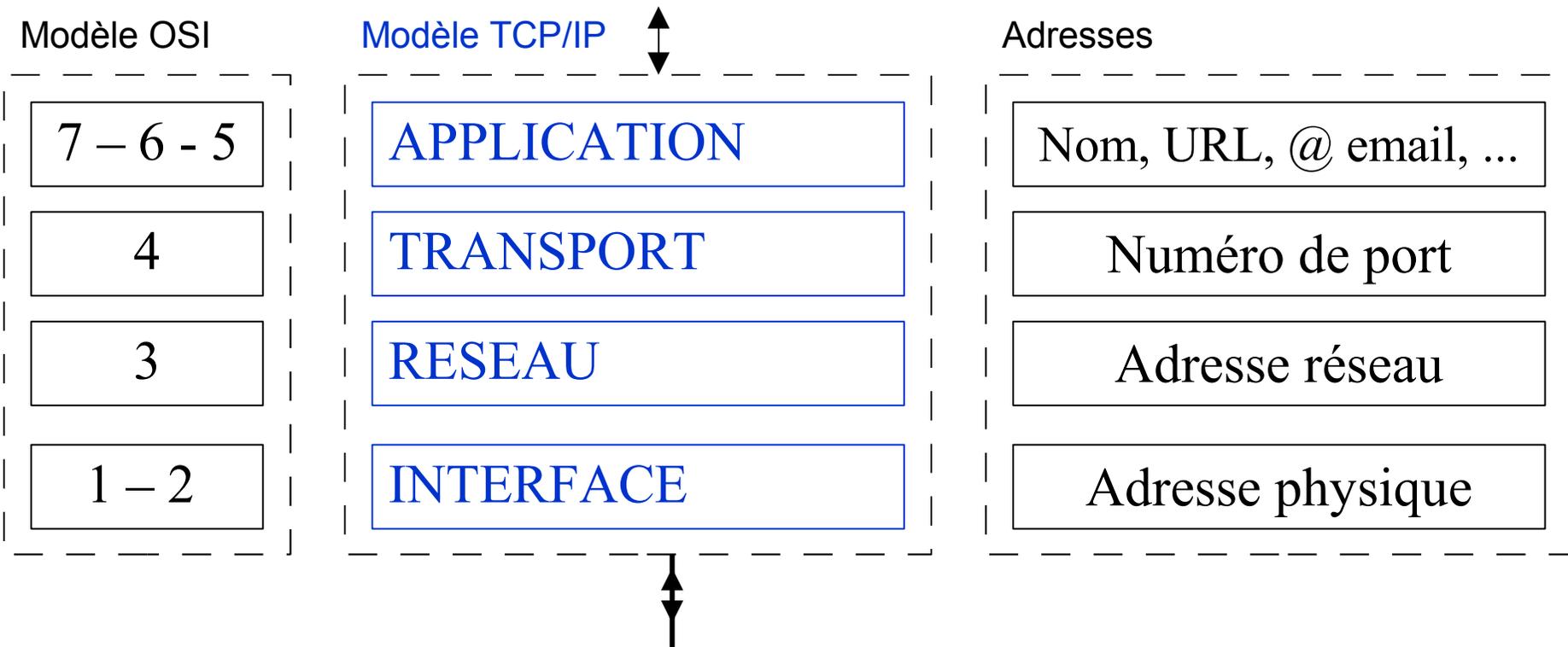
You can obtain a copy of the GNU General Public License :

write to the Free Software Foundation, Inc., 59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA



# 1. L'adressage

- Identifier de manière unique une interface, un poste, une application (un processus), une ressource, un fichier, un document, un utilisateur, ... sur un réseau
- On distinguera donc plusieurs types d'adresse :



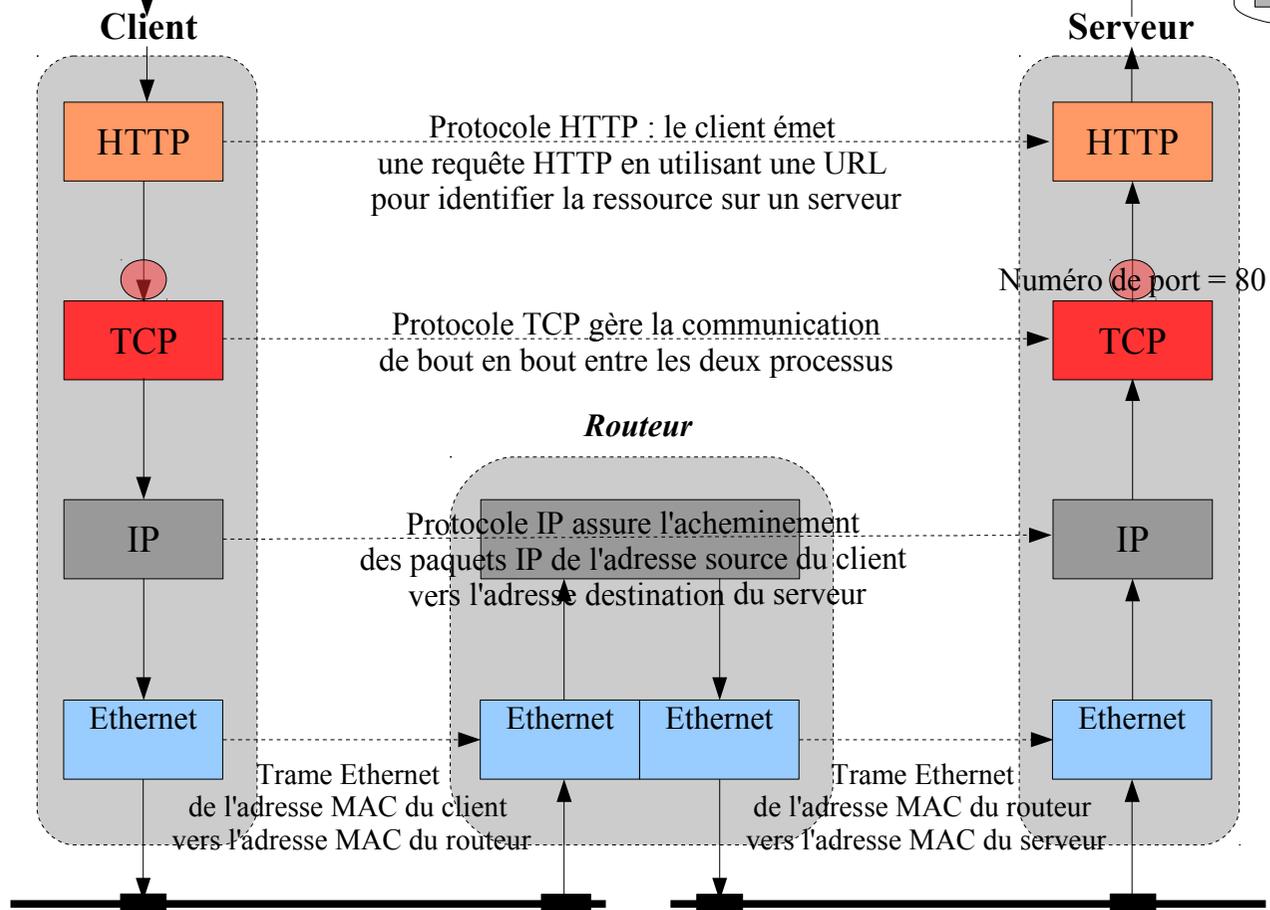
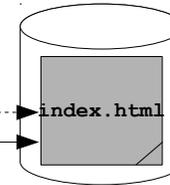
# 2. Architecture Client/Serveur

Format d'une URL :

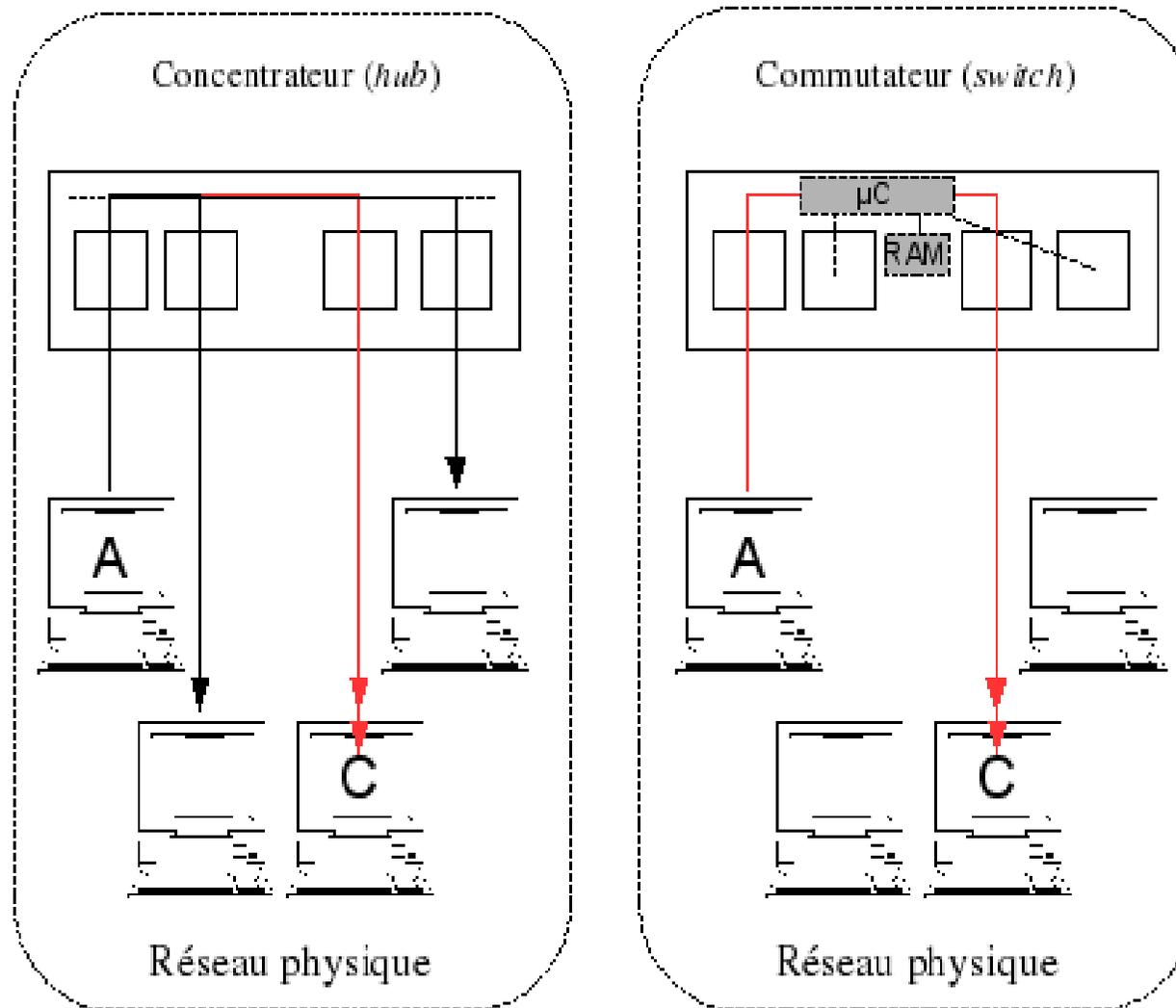
protocole://<serveur>[:<numero\_port>]/[<chemin>]/<ressource>

Exemple :

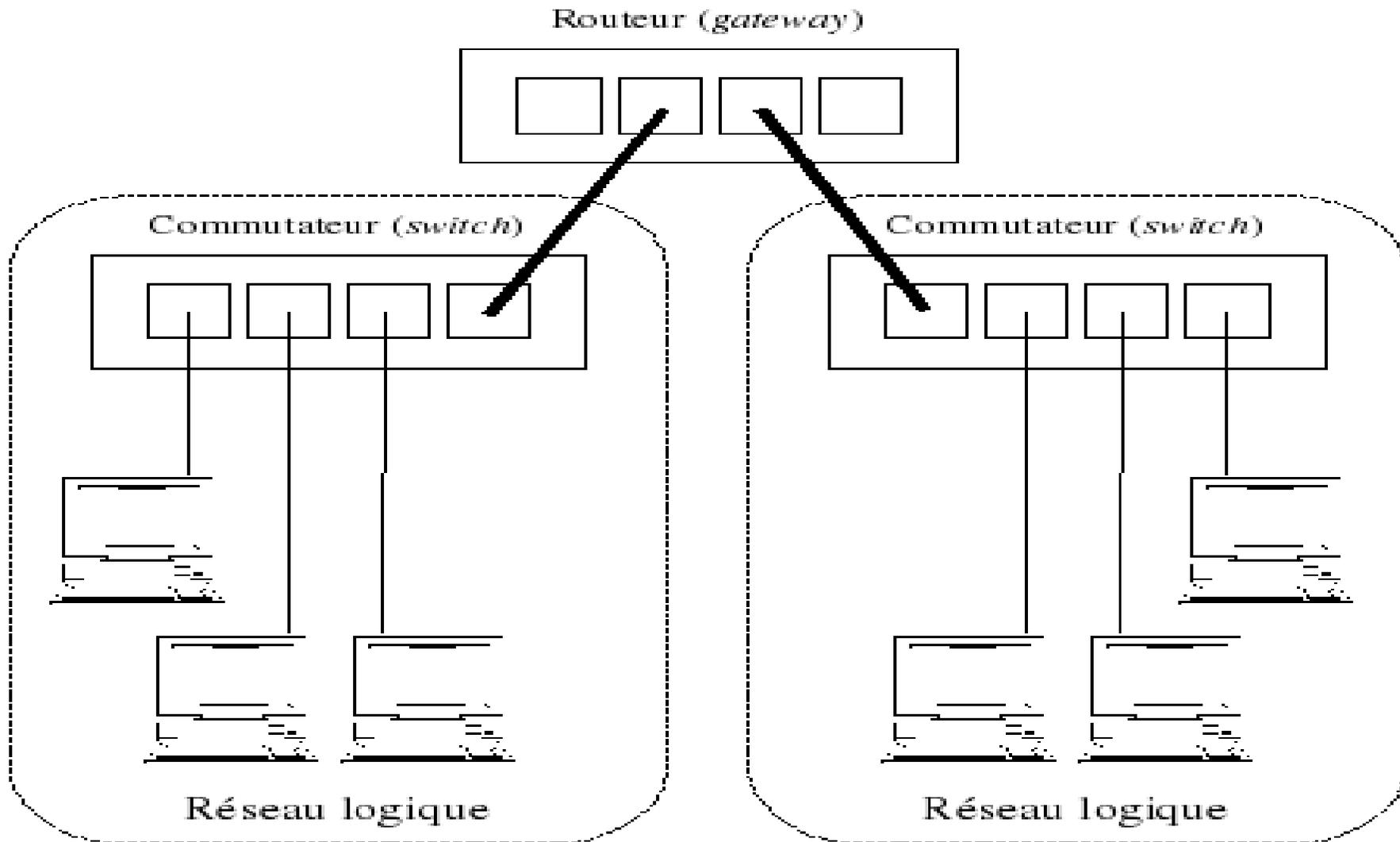
http://192.168.52.83:80/index.html



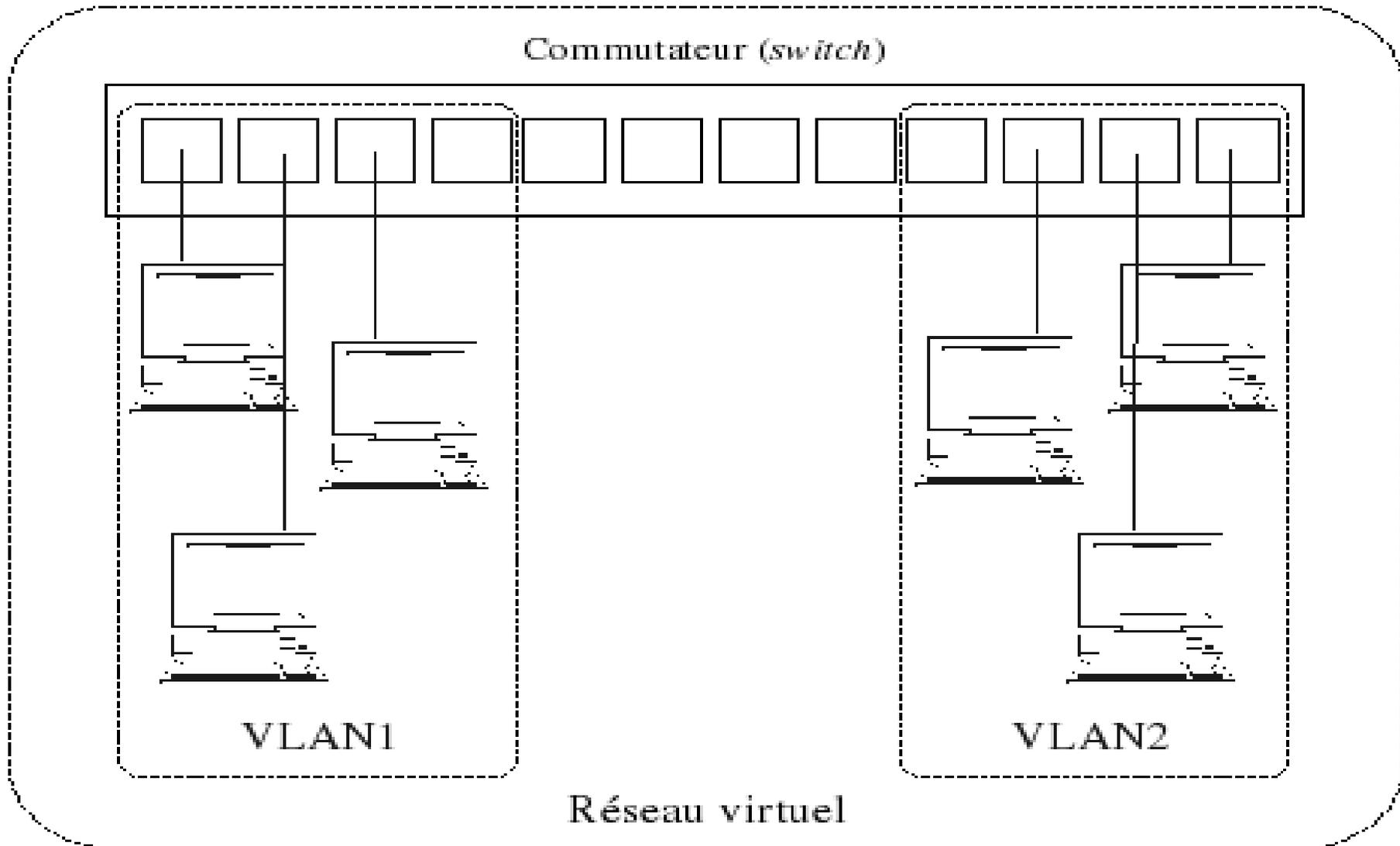
# 3. Réseau physique



# 4. Réseau logique



# 5. Réseau virtuel

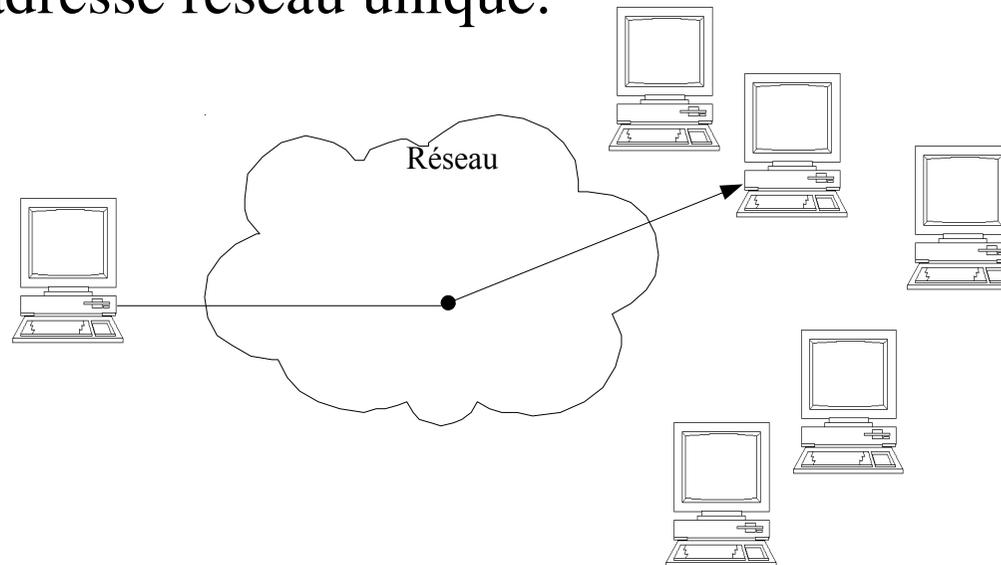


## 6.a. Techniques d'adressage : l'*unicast*

---

Le terme *unicast* définit une connexion réseau point à point, soit le transfert d'un hôte vers un autre hôte.

On entend par *unicast* le fait de communiquer entre deux ordinateurs identifiés chacun par une adresse réseau unique.



Le terme *anycast* désigne une technique où on l'on dispose de plusieurs adresses pour une destination mais une seule sera utilisée.

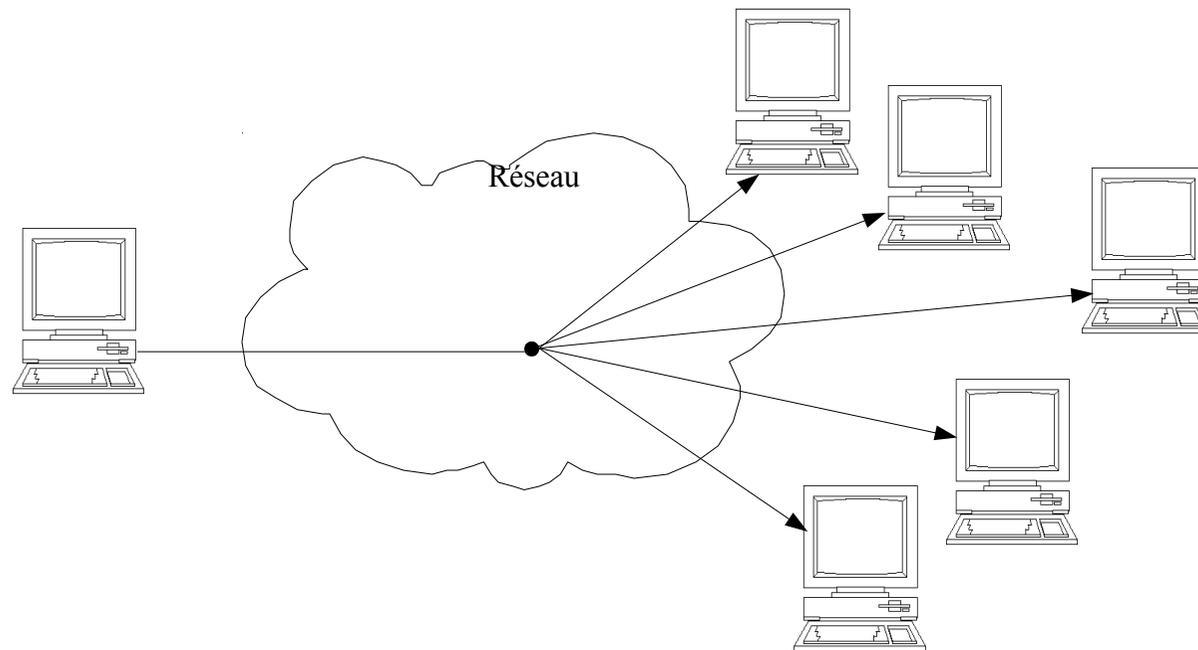
---



## 6.b. Techniques d'adressage : le *broadcast*

---

Le terme *broadcast* définit une connexion réseau multi-point, soit le transfert d'un hôte vers tous les autres hôtes, en utilisant une adresse spécifique nommée adresse de *broadcast* (ou adresse de diffusion générale).

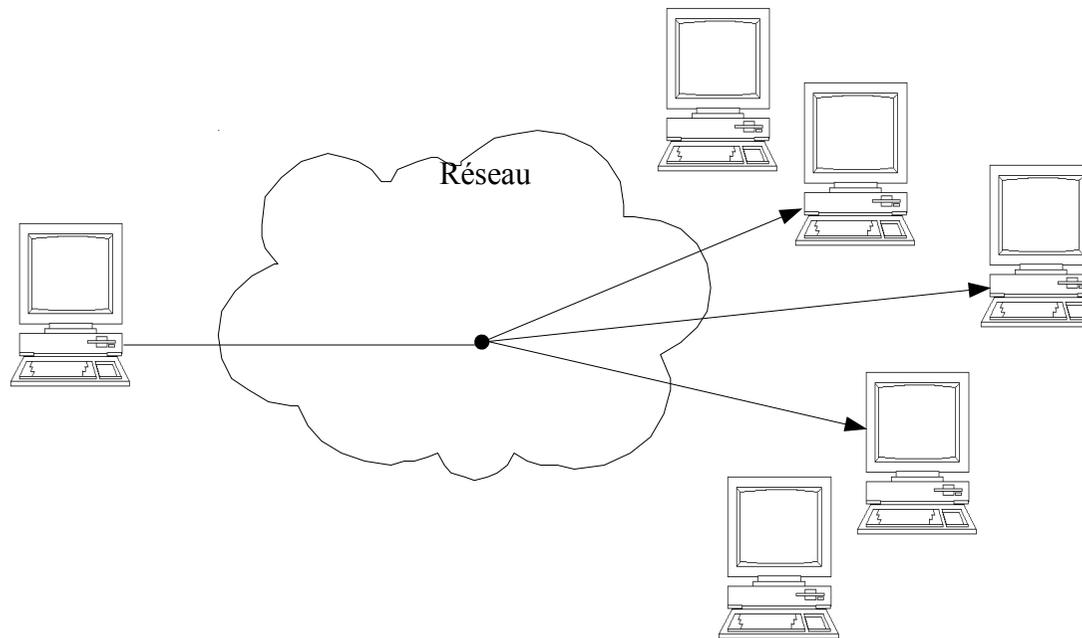


## 6.c. Techniques d'adressage : *multicast*

---

On entend par *multicast* le fait de communiquer simultanément avec un groupe d'ordinateurs identifiés par une adresse spécifique (adresse de groupe).

Les récepteurs intéressés par les messages adressés à ce groupe doivent s'abonner au préalable à ce groupe.



# 7. L'adresse MAC

- Identifier de manière unique une carte de communication sur un réseau physique
  - Stockée dans l'interface et mondialement unique
  - Composée de 6 codes hexadécimaux ( $6 \times 8 = 48$  bits)
  - Utilisée comme adressage dans les trames
- L'adresse physique MAC (ou adresse matérielle ou *hardware*) est une adresse de la couche Liaison qui ne donne aucune indication sur la situation géographique du poste et donc ne permet pas une organisation optimale du réseau. Cette faiblesse sera compensée par un adressage au niveau de la couche Réseau.

@ physique ou @ MAC : 

00	0C	76	21	1C	3B
----	----	----	----	----	----

← Code fabricant      Numéro carte →

@ *broadcast* (diffusion générale) : 

FF	FF	FF	FF	FF	FF
----	----	----	----	----	----



# 8. VLAN

---

- Un réseau virtuel, communément appelé VLAN (*Virtual LAN*), est un réseau logique indépendant. De nombreux VLAN peuvent coexister sur un même commutateur (*switch*).
- Intérêt des VLAN :
  - Segmentation : réduire la taille d'un domaine de diffusion (*broadcast*)
  - Flexibilité : filtrer les adresses MAC du niveau 2 (couche liaison) voire jusqu'au niveau 3 (IP)
  - Sécurité : permettre de créer un ensemble logique isolé. Le seul moyen pour communiquer entre des VLAN différents sera alors de passer par un routeur.
- Les trames d'un VLAN doivent être identifiées avec un protocole commun. Le protocole 802.1Q ajoute une étiquette à l'en-tête du paquet Ethernet, la marquant comme appartenant à un certain VLAN, ceci est la méthode préférée actuellement et la seule option valable dans un environnement avec des équipements de fournisseurs multiples.
  - ✓ VLAN par port (*Port-based VLAN*) : l'administrateur affecte chaque port à un VLAN
  - ✓ VLAN par adresse MAC (*MAC address-based VLAN*) : chaque carte MAC est gérée individuellement en maintenant une table @ MAC ↔ VLAN (par défaut)
  - ✓ VLAN par adresse de niveau 3 : on affecte une adresse de niveau 3 à un VLAN (+ lent)
  - ✓ Autres : par protocoles, par SSID, ...



## 9.a. L'adressage IP (I)

---

- Une adresse IP (*Internet Protocol*) est le numéro qui identifie de manière unique chaque équipement connecté à un réseau IP. Il existe des adresses IP de version 4 (codées sur 32 bits) et de version 6 (codée sur 128 bits). L'adresse de version 4 est actuellement la plus utilisée : elle est généralement notée avec quatre nombres compris entre 0 et 255, séparés par des points (exemple : 212.85.150.134). L'adresse IP est utilisée dans l'en-tête IP des paquets transmis.
- Certaines adresses ne sont pas (ou tout du moins ne devraient pas être) routées sur Internet : elles sont réservées à un usage local (au sein d'une organisation, où là elles peuvent être routées). En IPv4, les classes d'adresses ont été réservées pour un usage privé comme suit (RFC 1918) :
  - Dans la classe A : 10.0.0.1 à 10.255.255.254 (notation CIDR : 10.0.0.0/8)
  - Dans la classe B : 172.16.0.1 à 172.31.255.254 (notation CIDR : 172.16.0.0/12)
  - Dans la classe C : 192.168.0.1 à 192.168.255.254 (notation CIDR : 192.168.0.0/16).



## 9.b. L'adressage IPv4 (II)

- Une adresse IP est décomposée en deux parties : une partie identifie le réseau (*net-id*) auquel appartient l'hôte et une partie identifie le numéro de l'hôte (*host-id*) dans ce réseau.



- Le masque de sous-réseau permet de savoir quelle partie d'une adresse IP correspond à la partie numéro de réseau et laquelle correspond à la partie numéro de l'hôte. On utilise une opération de ET bit à bit entre l'adresse IP et le masque de sous-réseau pour extraire la partie réseau de l'adresse.
- L'adressage CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*) a été mis au point afin (principalement) d'insuffler une plus grande durée de vie aux adresses IPv4 dans l'attente d'un passage à IPv6. La notation CIDR abandonne l'adressage par classe et indique une adresse réseau suivi d'un '/' et d'un nombre indiquant les bits à 1 constituant le masque de sous-réseau (en partant de la gauche). Exemple : 10.0.0.0/8 correspond un masque 255.0.0.0.



# 10. Les classes d'adresse IP

Les adresses IP sont organisées en différentes classes :

Classe	1° octet en binaire	Masque par défaut	Plages d'@ réseaux possibles	Plages d'@ hôtes possibles	Nb de réseaux possibles	Nb d'hôtes possibles	@ de broadcast dans le réseau
<b>A</b>	0000 0001	255.0.0.0	1.0.0.0	0.0.0.1	$2^7 - 2$	$2^{24} - 2$	xxx.255.255.255
	-		-	-	=	=	
	0111 1110		126.0.0.0	0.255.255.254	126	16 777 214	
<b>B</b>	1000 0000	255.255.0.0	128.0.0.0	0.0.0.1	$2^{14} =$	$2^{16} - 2$	xxx.xxx.255.255
	-		-	-	=	=	
	1011 1111		191.255.0.0	0.0.255.254	16 384	65 534	
<b>C</b>	1100 0000	255.255.255.0	192.0.0.0	0.0.0.1	$2^{21} =$	$2^8 - 2$	xxx.xxx.xxx.255
	-		-	-	=	=	
	1101 1111		223.255.255.0	0.0.0.254	2 097 151	254	

D	1110	Adresse multicast	224.0.0.0 à 239.255.255.255
E	1111	Réservé pour une utilisation future	240.0.0.0 à 255.255.255.255



# 11. Adresses IP interdites et réservées

- D'autre part, il y a des **adresses interdites** que l'on ne peut pas utiliser comme adresse IP pour un équipement :

- les **adresses réseaux** : tous les bits de la partie *host-id* à zéro (X.0.0.0, X.Y.0.0, X.Y.Z.0)
- les **adresses de diffusion générale (broadcast)** : tous les bits de la partie *host-id* à un (X.255.255.255 , X.Y. 255.255, X.Y.Z.255)
- l'**adresse de boucle locale (loopback)** 127.0.0.1 associé au nom *localhost*. De manière générale, toutes les adresses de ce réseau 127.0.0.0

- l'**adresse 0.0.0.0** qui est utilisée par certains services (DHCP, tables de routage, ...) pour différentes significations : adresse courante de la machine, route par défaut, ...
- l'**adresse 255.255.255.255** qui est le *broadcast* ultime :)

Classe	1° octet en binaire	Masque par défaut	Plages d'@ réseaux possibles	Plages d'@ hôtes possibles	Nb de réseaux possibles	Nb d'hôtes possibles
A	0000 1010	255.0.0.0	10.0.0.0	0.0.0.1 - 0.255.255.254	1	2 <sup>24</sup> - 2 = 16 777 214
B	1010 1100	255.255.0.0	172.16.0.0 - 172.31.0.0	0.16.0.1 - 0.31.255.254	16	2 <sup>16</sup> - 2 = 65 534
C	1100 0000	255.255.255.0	192.168.0.0 - 192.168.255.0	0.0.0.1 - 0.0.255.254	256	2 <sup>8</sup> - 2 = 254

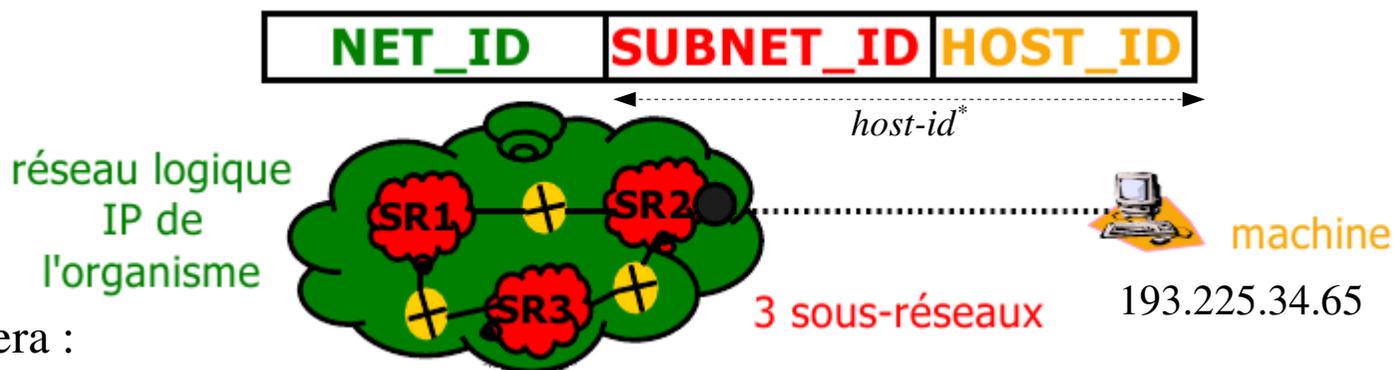
Les plages d'adresses réservées à usage privé pour les classes A, B et C



# 12. L'adressage IP des sous-réseaux

- Pour segmenter un réseau en sous-réseau, il faut alors décomposer la partie *host-id*\* de l'adresse IP en deux parties : une adresse de sous réseau (*subnet-id*) et une adresse machine (*host-id*).
- Par exemple, pour créer 3 sous-réseaux, il faudra prendre 2 bits dans la partie *host-id* ( $2^2 = 4$  sous-réseaux créés). Soit un réseau 193.225.34.0/24 découpé en 3 sous-réseaux, on obtiendra :

- net-id = 24 bits
- subnet-id = 2 bits
- host-id = 8 - 2 = 6 bits



- Le masque de sous-réseau sera :  
 $24 + 2 = 26$  bits soit 255.255.255.192
- Le nombre de machines adressables dans chaque sous-réseau sera de  $2^6 - 2$  adresses interdites = 62 adresses
- ✓ Sous-réseau n°1 193.225.34.0/26 : 193.225.34.1 à 193.225.34.62 (broadcast = 193.225.34.63)
- ✓ Sous-réseau n°2 193.225.34.64/26 : 193.225.34.65 à 193.225.34.126 (broadcast = 193.225.34.127)
- ✓ Sous-réseau n°3 193.225.34.128/26 : 193.225.34.129 à 193.225.34.190 (broadcast = 193.225.34.191)



# 13. Usage de l'adressage IP

---

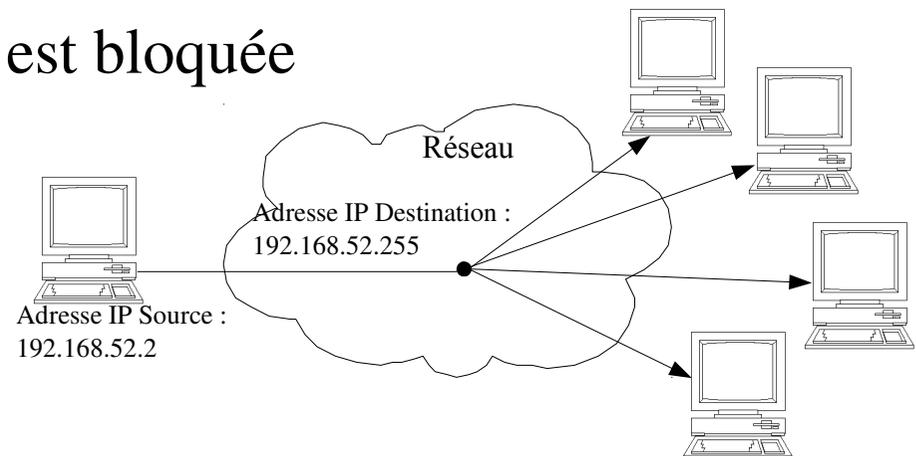
- On distingue deux situations :
  - Les équipements communiquent directement entre eux à condition qu'ils soient sur le **même réseau IP**. Ils peuvent être interconnectés par des **concentrateurs (*hub*)** et/ou des **commutateurs (*switch*)**.
  - Les équipements qui n'appartiennent pas au même réseau IP ne peuvent pas communiquer entre eux directement. Ils pourront le faire par l'intermédiaire d'un **routeur (*gateway*)**.
- Pour fixer l'adresse IP, on distingue deux types de réseaux :
  - le **réseau Internet** où chaque équipement connecté doit posséder une adresse unique au niveau mondial.
  - les **réseaux privés**, dans ce cas le choix des adresses est libre.
- *Remarques :*
  - Si un réseau privé doit être interconnecté avec le réseau Internet, il faudra alors utiliser des adresses privées qui ne puissent correspondre à des adresses publiques utilisées sur Internet. Des plages d'**adresses réservées à usage privé** existent et elles ne sont donc pas acheminées par les routeurs Internet, ce qui supprime tout risque de conflit.
  - Dans ce cas, pour interconnecter un réseau privé avec Internet, on utilisera un **routeur NAT** (*Network Address Translation*) qui permet de remplacer l'adresse IP source privée par l'adresse publique du routeur.



# 14. Broadcast IP

Par exemple, en IP version 4 (IPv4), une adresse IP de diffusion telle que 192.168.52.255 sera interceptée par toutes les machines ayant une adresse IP entre 192.168.52.1 et 192.168.52.254, pour autant que le masque de sous-réseau de l'interface soit défini comme 255.255.255.0.

L'étendue de diffusion sera restreinte au domaine de diffusion (le réseau logique IP) : un routeur ne transmet normalement pas les paquets de « *broadcast* ». L'adresse 255.255.255.255 (soit tous les postes de tous les réseaux) est bloquée par les routeurs Internet.

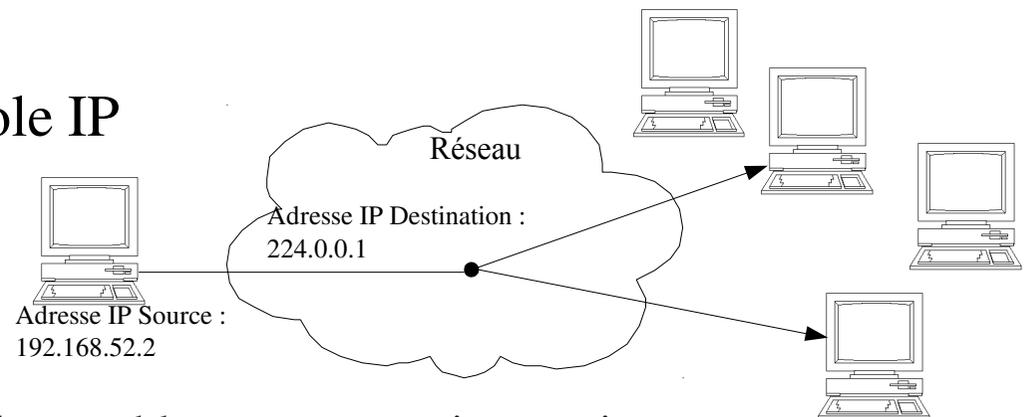


# 15. Multicast IP

En *multicast*, le protocole IP (en version 4) utilise les adresses de la classe d'adresses D 224.0.0.1 à 239.255.255.254. Les adresses IP *multicast* 224.0.0.1 à 224.0.0.255 sont locales à un lien.

Un groupe *multicast* se compose d'un ensemble de machines. Il est entièrement dynamique (une station peut rejoindre ou quitter le groupe à tout moment), et ouvert (une station peut émettre un paquet dans un groupe sans en faire partie). Un groupe *multicast* est désigné par une adresse IP. Lorsqu'un poste veut envoyer un paquet à un groupe *multicast*, il envoie ce paquet à l'adresse IP identifiant ce groupe (par exemple : 239.254.254.254).

Le protocole IGMP est utilisé par le protocole IP pour l'adhésion aux groupes *multicast*.



Le *multicast* est utilisé par les routeurs pour diffuser leurs tables ou par certains services comme le *streaming* ...



# 16. L'adressage IPv6

---

- Les adresses IPv6 sur 128 bits sont décomposées en :
  - un préfixe de localisation public - 48 bits
  - un champ de topologie locale du site (*subnet*) - 16 bits
  - un identifiant de désignation de l'interface (basé sur l'@MAC) sur 64 bits (équivalent à HOST\_ID) qui garantie l'unicité de l'adresse



- Notation : groupes de 4 chiffres hexadécimaux séparés par ':'

FE80:0000:0000:0000:020C:76FF:FE21:1C3B

(:: représente un ou plusieurs groupes de 0000)

FE80::20C:76FF:FE21:1C3B



# 17. Les numéros de port

---

- Un numéro de port sert à identifier l'application (un processus) en cours de communication par l'intermédiaire de son protocole de couche application (associé au service utilisé, exemple : 80 pour HTTP).
- Pour chaque port, un numéro lui est attribué (codé sur 16 bits), ce qui implique qu'il existe un maximum de 65 536 ports ( $2^{16}$ ) par ordinateur (et par protocoles TCP et UDP).
- L'attribution des ports est faite par le système d'exploitation, sur demande d'une application. Cette dernière peut demander à ce que le système d'exploitation lui attribue n'importe quel port, à condition qu'il ne soit pas déjà attribué.
- Lorsqu'un processus client veut dialoguer avec un processus serveur, il a besoin de connaître le port écouté par ce dernier. Les ports utilisés par les services devant être connus par les clients, les principaux types de services utilisent des ports qui sont dits réservés. Une liste des ports attribués est disponible dans le fichier `/etc/services` sous Unix/Linux.



# 18. L'adressage web : URI/URL

---

- Un URI (*Uniform Resource Identifier*) soit littéralement « identifiant uniforme de ressource », est une courte chaîne de caractères identifiant une ressource sur un réseau (par exemple une ressource Web) physique ou abstraite, et dont la syntaxe respecte une norme d'Internet mise en place pour le World Wide Web (voir RFC 3986).
- Un URL (*Uniform Resource Locator*) littéralement « localisateur uniforme de ressource », est une chaîne de caractères utilisée pour adresser les ressources du World Wide Web : document HTML, image, son, forum Usenet, boîte aux lettres électronique, etc. Elle est aussi appelée adresse web.
- Le format d'une adresse web ou URL :

`protocole://[<login>:<mot_de_passe>]<serveur>[:<numero_port>]/[<chemin>]/<ressource>`

Exemples : `http://www.example.com/tim/page.html`

`http://192.168.52.83/index.php`

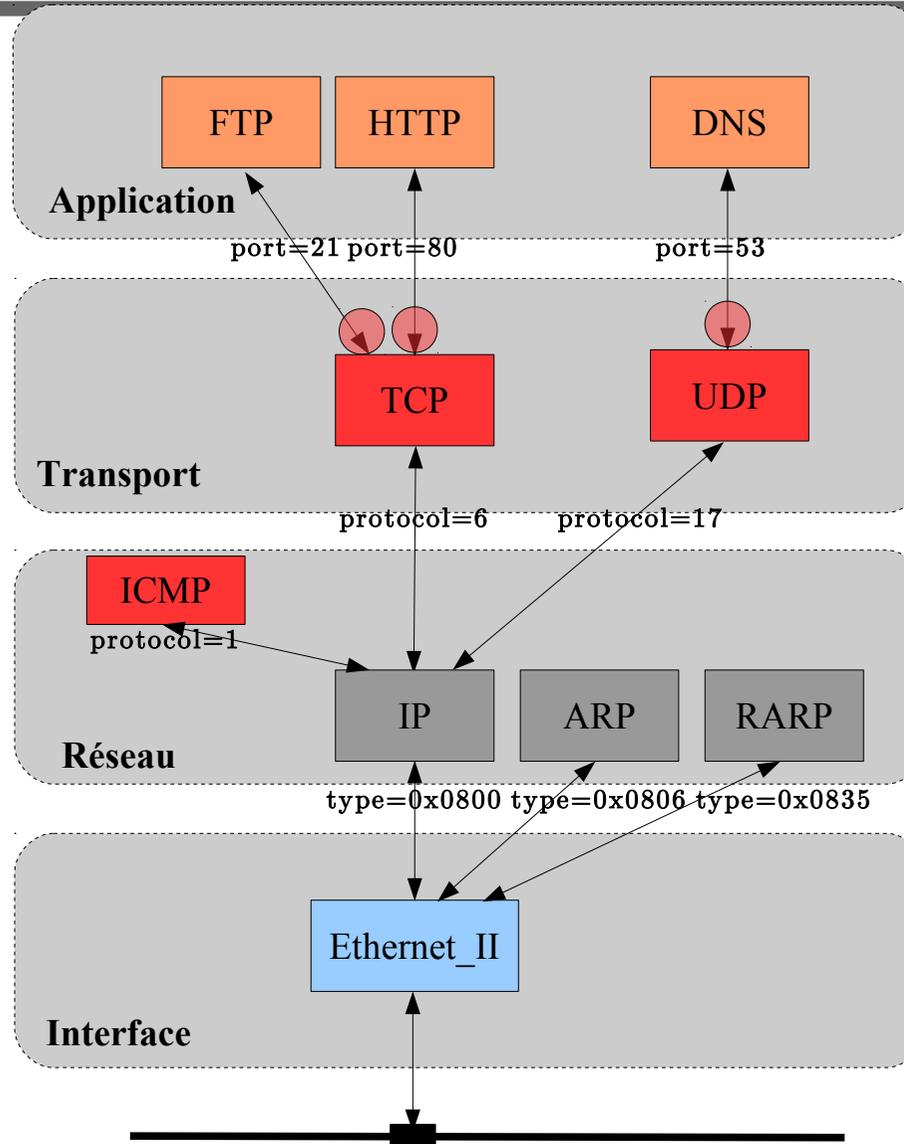
`ftp://ftp.is.co.za:21/rfc/rfc1808.txt`



# 19. Adressage des protocoles

## SAP (Service Access Point)

- Identifier le protocole ou service de niveau supérieur
- Dans le modèle « TCP/IP », un protocole utilise des numéros (les *assigned numbers*) identifiant les protocoles de niveau supérieur qu'il transporte.



## 20. ARP (*Address Resolution Protocol*)

---

- Le protocole ARP sert à traduire une adresse réseau IP en une adresse physique.
- Un poste désire envoyer un paquet IP à un poste appartenant au même réseau physique que lui. Il doit connaître l'adresse physique du destinataire. Or souvent, il ne connaît que son adresse IP. Le protocole ARP va lui permettre de trouver l'adresse physique du poste destinataire. Ce mécanisme est transparent pour l'utilisateur.
- Une table de conversion est générée dynamiquement sur chaque hôte dans ce qu'on appelle l'"*ARP cache*". Quand ARP reçoit une demande de conversion, il consulte sa table et retourne l'adresse physique si elle s'y trouve sinon il envoie un paquet spécial *ARP Request Packet* à tous les hôtes du même réseau physique incluant l'adresse IP à rechercher et en utilisant l'adresse *broadcast* MAC FF FF FF FF FF FF.
- La machine possédant l'adresse réseau IP demandée répond en lui renvoyant donc son adresse physique qui est alors placée dans la table ARP. Le cache ARP est généralement vide à chaque démarrage de la machine.
- Le protocole RARP (*Reverse ARP*) permet d'associer une adresse réseau à une adresse physique.



# 21. DHCP

---

- DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) désigne un protocole réseau dont le rôle est d'assurer la configuration automatique des paramètres IP d'une station, notamment en lui assignant automatiquement une adresse IP et un masque de sous-réseau.
- Par opposition, l'assignation manuelle d'une adresse IP sera nommée adresse IP statique ou adresse IP fixe.
- L'ordinateur, dépourvu d'adresse IP, envoie par diffusion un datagramme (DHCP DISCOVER) vers le port 67 de n'importe quel serveur à l'écoute sur ce port.
- Tout serveur DHCP ayant reçu ce datagramme, diffuse une offre (DHCP OFFER) vers le client sur le port 68, identifié par son adresse physique. Il se peut que plusieurs offres soient adressées au client.
- Le client retient une des offres reçues (la première qui lui parvient), et diffuse sur le réseau un datagramme de requête DHCP (DHCP REQUEST).
- Le serveur DHCP choisi élabore un datagramme d'accusé de réception (DHCP ack pour acknowledgement) qui assigne au client l'adresse IP et son masque de sous-réseau, la durée du bail de cette adresse, deux valeurs T1 et T2 qui déterminent le comportement du client en fin de bail, et éventuellement d'autres paramètres : adresse IP de la passerelle par défaut, adresses IP des serveurs DNS, ...



## 22.a. DNS (1/2)

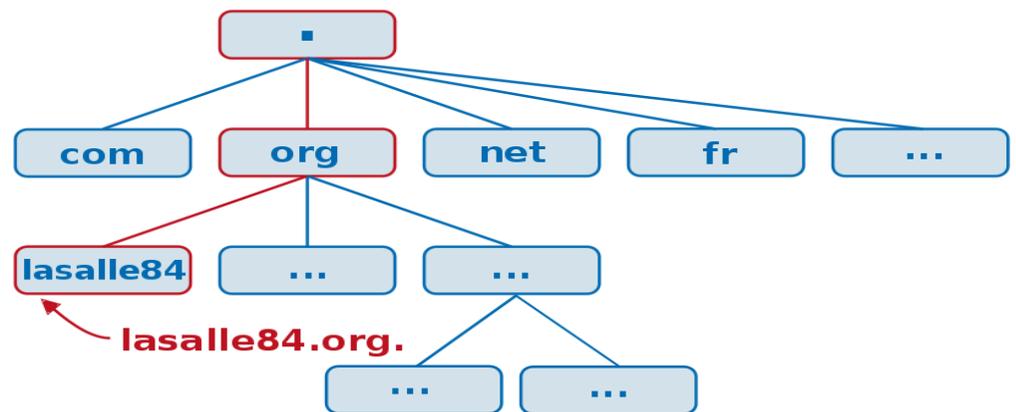
---

- DNS (*Domain Name System* ou système de noms de domaine) est un système permettant d'établir une correspondance entre une adresse IP et un nom de domaine et, plus généralement, de trouver une information à partir d'un nom de domaine.
- Avant le DNS, la résolution devait se faire grâce à un fichier texte appelé HOSTS, local à chaque ordinateur. Sous UNIX/Linux, il se trouve dans le répertoire /etc. Sous Windows, il se trouve par défaut dans %SystemRoot%\system32\drivers\etc.
- Avec DNS, la résolution se fait par l'intermédiaire d'un serveur (port 53 sur UDP). Quand un utilisateur souhaite accéder à un serveur web, par exemple celui de fr.wikipedia.org, son ordinateur émet une requête vers un serveur DNS, demandant 'Quelle est l'adresse de fr.wikipedia.org ?'. Le serveur répond en retournant l'adresse IP du serveur, qui est dans ce cas-ci, 91.198.174.2.



## 22.b. DNS (2/2)

- Le système des noms de domaines consiste en une hiérarchie dont le sommet est appelé la racine. On représente cette dernière par un point.
- Les domaines se trouvant immédiatement sous la racine sont appelés domaine de premier niveau TLD (*Top Level Domain*). Les noms de domaines ne correspondant pas à une extension de pays sont appelés des domaines génériques (gTLD), par exemple .org ou .com. S'ils correspondent à des codes de pays (fr, be, ch...), on les appelle ccTLD (*country code TLD*).



## 22.c. FQDN (Fully qualified domain name)

---

- On entend par FQDN ou Nom de domaine pleinement qualifié un nom de domaine écrit de façon absolue, y compris tous les domaines jusqu'au domaine de premier niveau (TLD), il est ponctué par un point final.
- Dans un réseau TCP/IP, une adresse FQDN sera l'association entre le nom de la machine et le domaine auquel elle appartient.
- *Remarque : la norme prévoit qu'un élément d'un nom de domaine (appelé label) ne peut dépasser 63 caractères, un FQDN ne pouvant dépasser 255 caractères.*



## 22.d. Résolution de nom

Quand un serveur DNS récursif doit trouver l'adresse IP de `www.lasalle84.org`, un processus itératif démarre pour consulter la hiérarchie DNS.

Ce serveur demande aux serveurs DNS appelés serveurs racine que les serveurs peuvent lui répondre pour la zone `org`. Parmi ceux-ci, notre serveur va en choisir un pour savoir quels serveurs sont capables de lui répondre pour la zone `lasalle84.org`. C'est un de ces derniers qui pourra lui donner l'adresse IP de `www.lasalle84.org`. S'il se trouve qu'un serveur ne répond pas, un autre serveur de la liste sera consulté.

