

*Pile de protocoles TCP / IP*

*Fiche de cours*

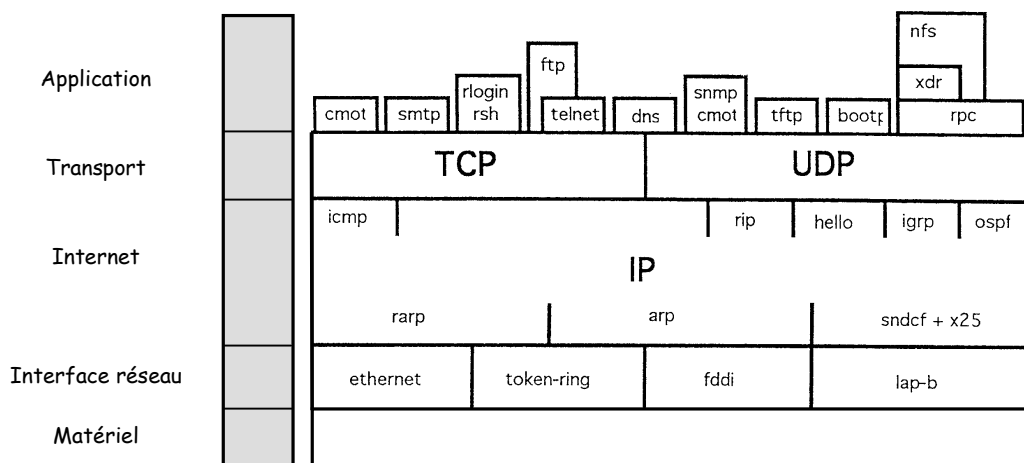
La pile de protocoles TCP/IP est le standard de fait le plus utilisé au monde comme ensemble protocolaire de transmission dans les réseaux informatiques. La raison principale qui a rendu ces protocoles incontournables, est la diffusion d'Internet (réseau mondial de transmission de données) qui les utilise.

**1 Présentation du modèle TCP/IP:**

*A/ Un peu d'histoire...*

La pile de protocoles TCP/IP a été mise au point dans le cadre du projet ARPA au début des années 1980. Bien que sa structure ne lui permette pas de s'intégrer totalement dans le modèle OSI, elle est devenue un standard de fait lié à la croissance du système Unix et aujourd'hui de Windows par l'explosion des accès Internet grand public en utilisant des ordinateurs compatibles PC. Elle est le précurseur des structures de transmission de données organisés en couches et ses protocoles englobent l'ensemble complet des fonctionnalités attendues dans toutes les couches OSI, de la définition des trames transmises sur le réseau jusqu'aux applicatifs utilisateurs du type émulation de terminal ou transfert de fichiers.

*B/ Présentation rapide des principaux protocoles.*



### *1/ Le protocole de résolution des adresses ARP :*

Le protocole ARP (Address Resolution Protocol) est un mécanisme de traduction dynamique d'adresse implémenté au niveau liaison. Il est utilisé pour traduire des adresses de type INTERNET sur 32 bits en adresses ETHERNET (adresses MAC) sur 48 bits. ARP se présente comme un service qui gère des tables de correspondance d'adresses et répond à des requêtes d'identification. Lorsqu'il reçoit une requête, il crée un message qui est ensuite diffusé sur le réseau en attente d'une réponse positive de la part d'une des machines connectées. La réception de la réponse est assortie d'une temporisation. Une réponse positive provoque une mise à jour par ARP de ses tables de traduction d'adresses.

Autrement dit lorsqu'un équipement A veut envoyer un datagramme IP à un équipement B qui est connecté sur le même support, il doit l'encapsuler dans une trame de la couche MAC. Le problème est que A ne connaît à priori que l'adresse IP de B et ne connaît pas l'adresse MAC de B. Il faut donc un protocole qui permette d'établir un lien entre l'adresse MAC d'un équipement et son adresse IP. C'est le rôle du protocole ARP.

Exemple :

L'équipement A connaît l'adresse IP de B et veut lui faire parvenir un datagramme IP. L'équipement A envoie donc, sur le support, une trame MAC de diffusion contenant dans son champ information l'adresse IP de B.

Tous les équipements connectés sur le support décodent cette trame, et compare l'adresse IP contenue dans le champ information à leur propre adresse IP.

L'équipement B reconnaît ainsi son adresse IP et renvoie à A une trame ARP pour lui indiquer son adresse MAC.

L'équipement A connaît ainsi l'adresse MAC de B et peut enfin construire une trame avec l'adresse MAC de B, et encapsuler le datagramme IP destiné à B

### *2/ Le protocole IP :*

Le protocole Internet est responsable de l'adressage et du routage entre machines, du cheminement des paquets de données dans le réseau, de la constitution et du réassemblage des paquets. Les fonctionnalités assurées par IP peuvent se déduire de l'examen de l'en-tête du paquet. Il identifie entre autre, la source et la destination du paquet et comporte des identificateurs de fragmentation.

### *3/ Le protocole UDP :*

Le protocole UDP (User Datagram Protocol) est un protocole de transmission de datagrammes sur le réseau qui fournit de manière optionnelle un certain nombre de contrôles. Un datagramme est un paquet de données considéré comme une entité isolée et indépendante, c'est-à-dire qu'il comporte dans son en-tête toutes les informations nécessaires à son acheminement à travers le réseau jusqu'à son destinataire.

La transmission de paquets composant le message est donc assurée de manière totalement indépendante pour chaque paquet. On pourrait, dans une certaine mesure, comparer ce type de service au service postal qui prend en charge les messages et assure leur transport à destination mais sans garantir le chemin parcouru par chaque message, ni le temps mis pour le parcourir, ni à fortiori le respect d'une séquentialité dans la délivrance des messages.

De plus, en ce qui concerne UDP, un paquet peut être retransmis plusieurs fois en fonction des différents temporisateurs du réseau. Une en-tête UDP contient un nombre limité d'informations. On y trouve :

- Les adresses origine et destination
- La longueur du datagramme
- Une zone de contrôle d'erreurs

Pour envoyer un datagramme, le système doit donc, tout d'abord, en utilisant les primitives adéquates, renseigner l'adresse et le numéro port de destination. Ces informations sont connues dans les tables système.

### *4/ Le protocole TCP :*

Le protocole TCP est le protocole majeur de toute l'architecture INTERNET. C'est un protocole qui fonctionne en mode connecté. Il dispose d'un ensemble important de fonctionnalités. En voici quelques unes :

- Identification précise de l'émetteur et du destinataire
- Gestion des accusés de réception
- Délivrance de données fiables, séquentielles et sans duplication
- Mécanisme de contrôle de flux
- Connexions passives et actives
- Multiplexage (plusieurs connexions simultanées sur un même support).

C'est un protocole beaucoup plus complexe qu'UDP, il se charge, entre autre, de remettre en ordre, avant leur délivrance, les paquets qui lui parviennent.

Une fonctionnalité importante est sa faculté de traiter les messages hors norme (out of band data). Ils correspondent à une notion d'urgence au niveau des données et de leur délivrance, implémentée dans le protocole TCP. Une donnée urgente doit être transmise en dehors de toute séquentialité par rapport au flux de transmission normal des données. Ces messages sont insérés dans le flux de propagation normal et entièrement gérés par le protocole. Ils ne sont pas conservés au niveau utilisateur. Cette implémentation permet à TCP de gérer simultanément la transmission de plusieurs de ces messages.

### *5/ Le protocole ICMP :*

Le protocole ICMP (Internet Control Message Protocol) constitue le protocole des messages d'erreur. Il fait entièrement partie de la couche IP. Les messages ICMP sont classés en plusieurs catégories :

La première est constituée de tous les messages résultant d'un incident réseau, où qu'il se soit produit, et qui peuvent être transmis à l'émetteur du paquet ayant subi l'incident. On peut classer dans cette catégorie les erreurs de routage ou celles qui résultent d'une indisponibilité du destinataire.

La seconde classe est constituée de tous les messages d'erreur induits par des incidents entre une machine hôte et la porte (gateway) par laquelle passent les paquets, par exemple, il peut s'agir d'une procédure de routage qui informe l'hôte d'un meilleur chemin que celui qui a été choisi à l'origine.

La dernière catégorie concerne tout ce qui est gestion de réseau, les tests de connexion, les mesures de performances et de trafic (ping,...).

Toutes les actions, transmissions ou redirections induites par un message ICMP sont prises en charge par la couche ICMP de IP.

### *C/ Documentations relatives à TCP/IP:*

Le modèle TCP/IP n'étant pas issu de l'ISO, il est régi par des spécifications établies par l'autorité de gestion d'Internet, à savoir:

- l'ISOC (*the Internet Society*)
- l'IAB (*Internet Architecture Board*)
- l'IANA (*Internet Assign Numbers Authority*)

qui ont succédé à l'ARPA et au DoD.

Les spécifications sont éditées suivant une méthodologie proche du fonctionnement de l'ISO, et sont répertoriées sous forme de RFC (*Request for Comments*) diffusés gratuitement sur le Web. Il existe beaucoup de RFC, mais c'est auprès de ces documents qu'il faut se retourner pour obtenir tous les renseignements définissant la structure, les protocoles, les fonctionnements, etc... de TCP/IP.

## ***2 Adressage des réseaux TCP/IP***

La pile de protocole TCP/IP peut être implémentée seule ou conjuguée à d'autres protocoles sur tous les types de réseau.

Le choix du support de transmission imposera le protocole de la couche Matériel suivant la norme ISO 802.xx (Voir documents normes 802)

Le réseau (ou la partie de réseau) créé pourra être de type :

- LAN seul
- LAN connecté à un MAN ou un WAN privé
- LAN connecté à Internet
- réseau hétérogène (multi-OS ou multi-protocole)

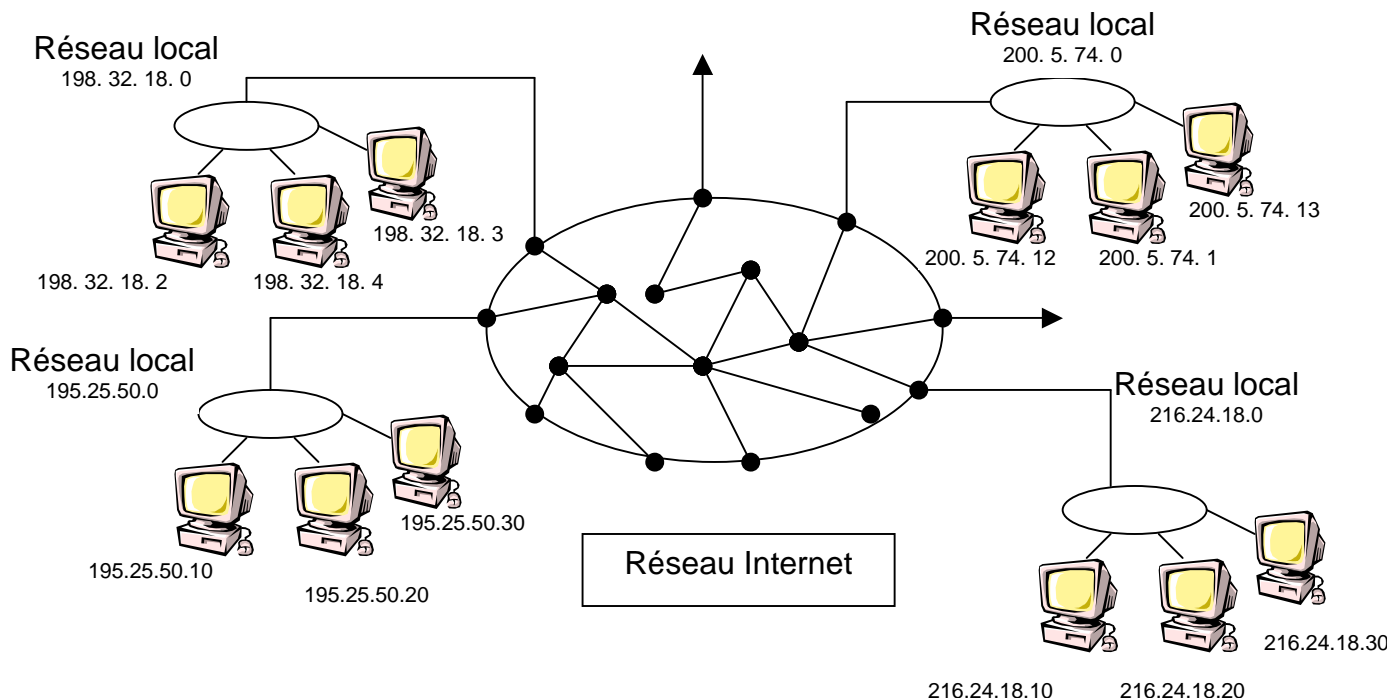
Le choix de l'implémentation de TCP/IP comme pile de protocoles est souvent un choix par défaut. Il n'a d'obligation d'être que si le réseau est connecté à Internet, car celui-ci est fondé sur la famille des protocoles TCP/IP. Ces protocoles permettent alors de faire communiquer une des stations de notre réseau local avec l'une des stations d'un autre réseau local se trouvant aux Etats Unis ou en Australie ou partout ailleurs. Pour ce faire les informations traversent le réseau longue distance (WAN, Wide Area Network) qu'est Internet. Il interconnecte des réseaux locaux du monde entier.

De nombreuses entreprises ont organisé leur réseau informatique local, national ou international sur le même principe qu'Internet, on parle alors de réseau Intranet. D'autres entreprises utilisent Internet pour interconnecter leur réseaux locaux (sans que d'autres utilisateurs puissent se connecter à ces réseaux locaux) en créant un VPN (Virtual Private Network). Dans ce cas on parle d'Extranet.

### ***A/ Principe***

Comme cela a été dit précédemment n'importe quelle station d'un réseau local connecté à Internet peut communiquer avec n'importe quelle autre station d'un autre réseau local connecté aussi à Internet. Pour que cela puisse se faire (pour que

l'information soit acheminée vers la station désirée), il faut que chaque station soit identifiée par une adresse qui lui est spécifique (dans notre cas c'est l'adresse IP). En fait pour simplifier la gestion du réseau Internet et afin d'éviter à Internet de connaître toutes les adresses des stations qui sont connectées, il a été décidé qu'Internet doit se charger d'acheminer l'information d'une station vers le réseau local où se trouve la station destinatrice et c'est ensuite le réseau local qui se chargera d'acheminer l'information vers la bonne station. Pour cela il faut donc que tous les réseaux locaux connectés à Internet soient identifiés par une adresse unique (dans notre cas c'est la « partie réseau » de l'adresse IP).



### B/ L'attribution des adresses IP

Comme toutes les ressources numériques de l'Internet, l'espace d'adressage IPV4 est géré par Iana. Dans un but de délocalisation de la tâche d'attribution des classes d'adresses IP, Iana a délégué les plages d'adresses à différents organismes. Pour obtenir une classe d'adresses, il faut contacter l'organisme qui fait géographiquement compétence. Le plan d'adressage actuel est décrit dans le tableau suivant. RIPE (Réseaux IP Européens) est l'organisme compétent en Europe. APNIC gère la zone Asie - Pacifique. L'InterNIC gère de nombreuses zones géographiques, notamment l'Amérique, et il existe plusieurs autres organismes auxquels Iana a délégué une partie de l'espace d'adressage. Ces différents registres Internet délèguent parfois à leur tour à d'autres entités locales. Par exemple, le NIC-France

(géré par l'Inria) s'est occupé pendant une période d'attribuer des classes d'adresses aux organismes désireux de se connecter à l'Internet depuis la France.

Bloc d'adresses	Registre obtenant la délégation	Date de délégation
000-063	Iana	Septembre 81
064-095	Iana - Réserve	Septembre 81
096-126	Iana - Réserve	Septembre 81
127	Iana	Septembre 81
128-191	Différents registres	Mai 93
192-193	Différents registres	Mai 93
194-195	RIPE NCC - Europe	Mai 93
196-197	InterNIC	Mai 93
198-199	InterNIC Amérique Centrale et du Sud	Mai 93
200- 201	APNIC - Pacifique	Mai 93
204-205	InterNIC - Amérique du Nord	Mars 94
206	InterNIC - Amérique du Nord	Avril 95
207	InterNIC - Amérique du Nord	Novembre 95
208	InterNIC - Amérique du Nord	Avril 96
209	InterNIC - Amérique du Nord	Juin 96
210	APNIC - Pacifique	Juin 96
211	APNIC - Pacifique	Juin 96
212-223	Iana - Réserve	Septembre 81
224-239	Iana - Multicast	Septembre 81
240-255	Iana - Réserve	Septembre 81

Il est important de noter que la distribution des adresses IP (version 4) est aujourd'hui extrêmement complexe. En effet, avec l'explosion d'Internet et la commercialisation de systèmes informatiques à des prix très bas, le nombre de demande d'adresses IP a explosé. Ainsi le nombre d'adresses aujourd'hui disponible pour de nouvelles connexions est quasi nul.

Cherchant à garantir le fonctionnement du système, les développeurs de la communauté Internet ont créé une nouvelle version (IPV6) relativement compatible avec l'ancienne version 4, mais permettant de fournir un plus grand nombre d'adresses. Cette nouvelle version intègre également des capacités de gestion du réseau qui n'étaient pas disponibles précédemment.

Sa mise en place est longue et fastidieuse, car elle nécessite la mise à jour de l'ensemble du réseau Internet.

***Attribution d'un réseau de classe A, B ou C***

En France, ce sont les fournisseurs d'accès qui gèrent ce service, chacun disposant d'un ensemble de classes C qui lui ont été déléguées par RIPE, ou par NIC-France. Ainsi, c'est au fournisseur d'attribuer une ou plusieurs adresses de classe C. Celui qui désire une classe B doit s'adresser directement à RIPE ou à L'InterNIC, et fournir un dossier justifiant sa demande. Personne ne peut obtenir de classe A, elles ont toutes déjà été déléguées.

Lorsqu'un client utilisant des adresses attribuées par un fournisseur décide de résilier son abonnement pour se connecter chez un concurrent, il doit rendre ces adresses et renuméroter son réseau public avec de nouvelles adresses fournies par le nouveau fournisseur. Cette opération est parfois complexe et coûteuse mais est imposée pour des raisons techniques, notamment pour juguler l'explosion des tables de routage des routeurs des fournisseurs du monde entier.