
Architecture et protocoles réseau

1 Interface réseau

Une **interface réseau** est le moyen pour une machine, un ordinateur, une tablette ou une imprimante, d'envoyer et recevoir des données vers un autre appareil lui aussi équipé d'une interface réseau. Cette interface peut être reliée physiquement par un câble ou reliée par les ondes comme le wifi.

1.1 Exemple

1. Liaison physique avec un câble sur une carte réseau.



2. Liaison par onde avec une interface wifi.



1.2 Remarque

Il existe également des interfaces réseaux logicielles que l'on rencontre dans les logiciels de virtualisation. L'interface réseau virtuelle est reliée à l'interface réseau physique qui peut alors recevoir et envoyer des données.

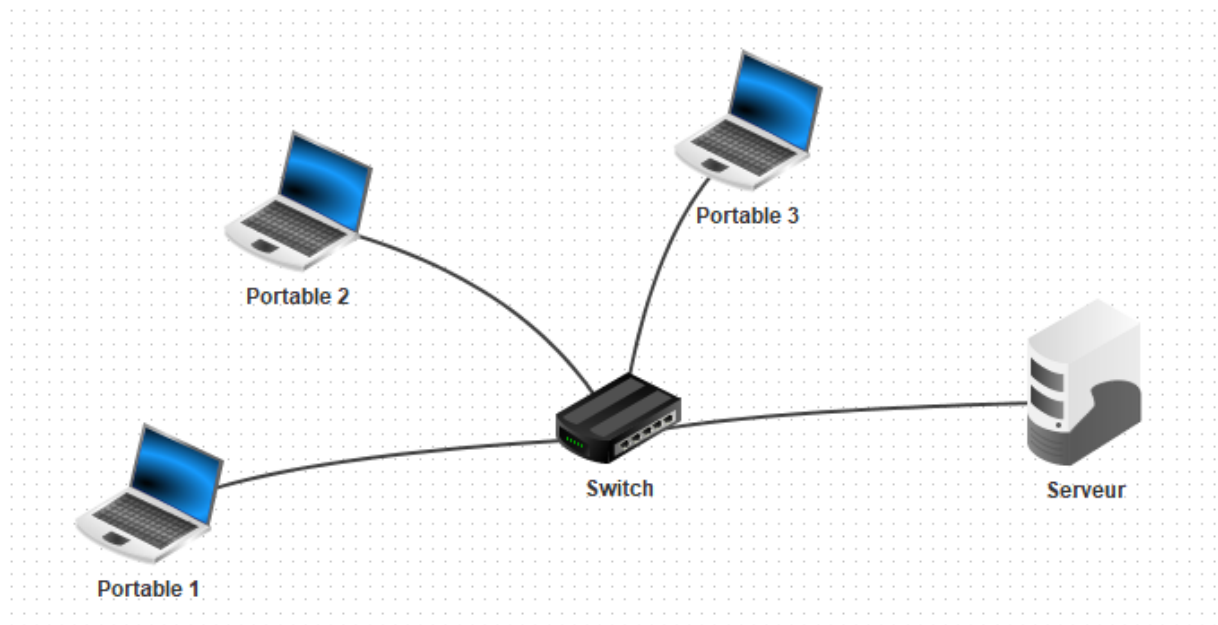
1.3 Adresse matérielle (MAC)

Une **interface réseau** possède une adresse matérielle ou adresse MAC (Material Access Control) qui est unique.

Elle se code sur 6 octets notés en hexadécimal : dc:a6:32:42:1a:23 est l'adresse MAC de la carte réseau d'un raspberry Pi.

2 Réseau local (LAN)

Un réseau local est un ensemble d'appareils qui sont reliés entre eux et pouvant s'envoyer et recevoir des données. Au delà de 2 machines, la connexion ne peut pas se faire directement entre les appareils et nécessite un **switch** qui permet de connecter plusieurs appareils.



2.1 Remarque

Chez les particuliers, c'est la box internet qui remplit le rôle de switch. Elle permet également aux smart-phone de rejoindre le réseau local via le wifi.

3 Protocole

Un protocole est un ensemble de règles qui permettent d'**établir, mener et terminer** une communication entre deux appareils.

Pour communiquer, les machines doivent suivre des règles qui leur permettent :

- de communiquer, c'est à dire qu'elles peuvent s'envoyer et recevoir des données;
- d'être identifiées pour que les données soient envoyées sans erreur aux bonnes machines;

- de s'assurer que toutes les données sont bien arrivées et dans l'ordre;
- d'utiliser des applications utilisant le réseau comme un navigateur web.

Lorsque les machines sont reliées à un réseau local, le **protocole réseau (ethernet, arp)** utilisant les adresses matérielles MAC permet aux machines d'être identifiées sur le réseau local.

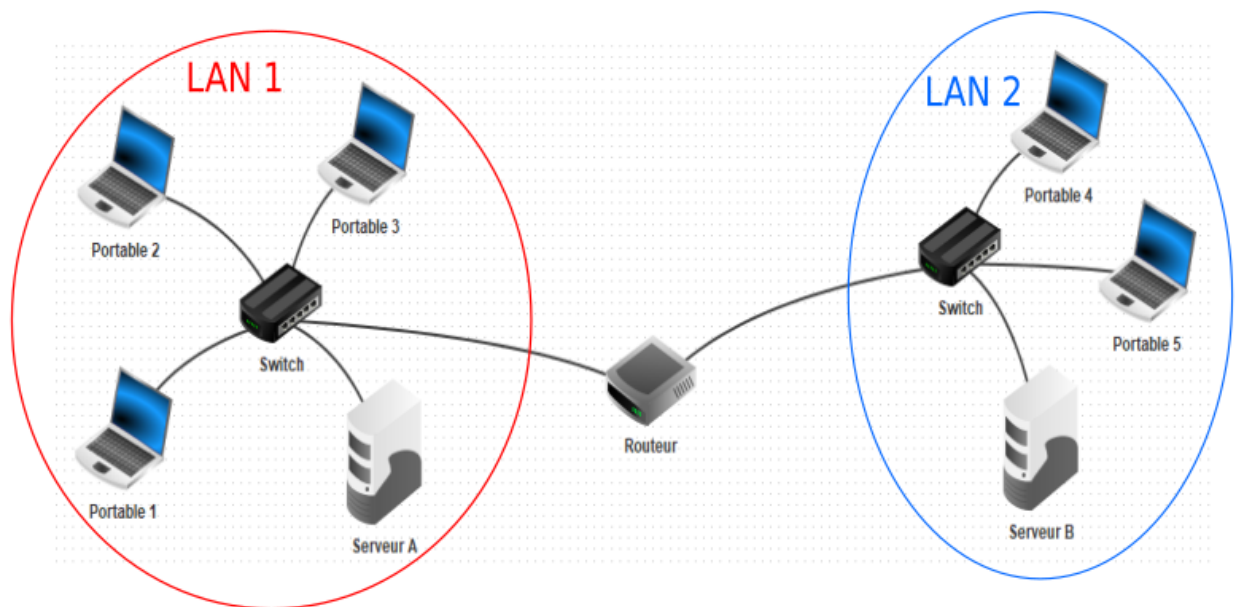
4 Internet

Le mot **Internet** est un mot valise issu de l'anglais (**inter**connected **net**work) et qui signifie **Interconnexion de réseaux**.

Si 2 machines n'appartiennent pas à un même réseau mais souhaitent communiquer entre elles, il faut un modèle qui relie les deux réseaux distants. C'est le **modèle internet**.

Le **modèle internet** utilise le **protocole IP**. Pour ce faire, les différentes machines ont une **adresse logique** IPv4 ou IPv6 qui leur permet d'être identifiées sur leur réseau.

Le protocole IP peut assurer la communication entre deux réseaux distants avec des **routeurs**.



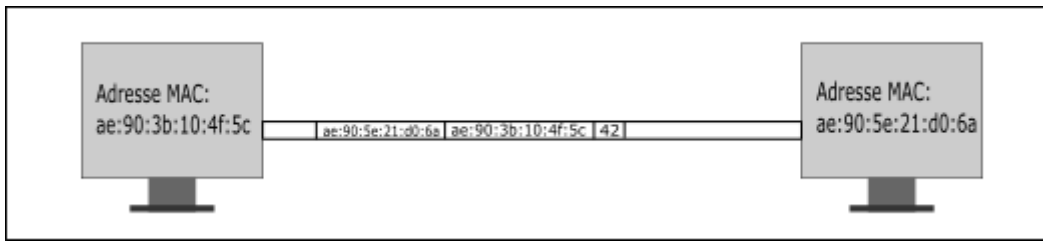
Associé au protocole IP, le **protocole TCP** assure le transport de messages de longueur arbitraire en s'assurant qu'ils arrivent correctement et dans l'ordre jusqu'au destinataire.

Le modèle internet se décompose en 4 couches: - La couche **liaison** qui utilise le protocole **ethernet** - La couche **internet** qui utilise le protocole **IP** - La couche **transport** qui utilise le protocole **TCP** - La couche **application** qui utilise les protocoles des programmes utilisés.

5 La couche liaison : protocole ethernet

La couche **liaison** est la couche la plus basse du modèle internet. Les interfaces réseaux (carte, wifi) possèdent chacune une adresse matérielle unique. Elles utilisent le protocole **ethernet** pour communiquer d'une interface à l'autre.

Lorsqu'une machine souhaite communiquer avec une autre machine, elle envoie via son interface réseau, un paquet d'octets appelé **trame ethernet**. Cette **trame** contient l'adresse MAC de destination, l'adresse MAC de la source et quelques données.



L'interface réseau d'adresse MAC ae:90:3b:10:4f:5c envoie une trame à l'interface réseau d'adresse MAC ae:90:5e:21:d0:6a

6 La couche internet : protocole IP

La couche **internet** se charge de relier les réseaux entre eux via des dispositifs spécialisés comme les routeurs.

Le **protocole IP** implique que chaque machine d'un même réseau ait un identifiant unique appelé adresse IP.

Il existe deux types d'adresses IP:

- l'adresse IPv4 codée sur 4 octets soit 32 bits noté en décimal séparés par des .
- l'adresse IPv6 codée sur 16 octets soit 128 bits noté en hexadécimal séparés par :

Un **réseau** est caractérisé par 2 adresses IP : l'**adresse réseau** et le **masque de réseau**. Le masque de réseau détermine le nombre de machines qui pourront se connecter au réseau et ainsi définit la plage d'adresses à utiliser dans le réseau.

Le masque de réseau est une adresse de 32 bits constituée d'une suite de bits tous égaux à 1 suivis de bits tous égaux à 0. Il se note soit sur 4 octets soit au format CIDR c'est à dire un nombre qui donne la quantité de bits égaux à 1.

6.1 Exemple

Soit un réseau d'adresse 192.168.0.0 de masque de sous-réseau 255.255.255.0.

En binaire, le masque de sous-réseau est : 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000 ce qui signifie qu'il y a 24 bits égaux à 1.

On peut donc noter l'adresse réseau et son masque par 192.168.0.0/24

Ce masque permet d'avoir sur le réseau $2^8 = 256$ adresses IP distinctes.

6.2 Adresse réseau

Lorsqu'on connaît l'adresse IP d'une machine dans un réseau local et le masque de réseau, il est possible en appliquant un ET binaire, bit par bit, d'obtenir l'adresse du réseau.

6.3 Exemple

Une machine a pour adresse IP 192.168.15.24/23

L'adresse 192.168.15.24 se note 11000000.10101000.00001111.00011000 en binaire et le masque se note 11111111.11111111.11111110.00000000.

L'application d'un ET binaire entre ces 2 adresses nous donne l'adresse du réseau:

ET binaire appliqué bit par bit :

	1100 0000	1010 1000	0000 1111	0001 1000
ET	1111 1111	1111 1111	1111 1110	0000 0000
=	1100 0000	1010 1000	0000 1110	0000 0000
	192	168	14	0

L'adresse du réseau est donc 192.168.14.0 et contient $2^9 = 512$ adresses IP.

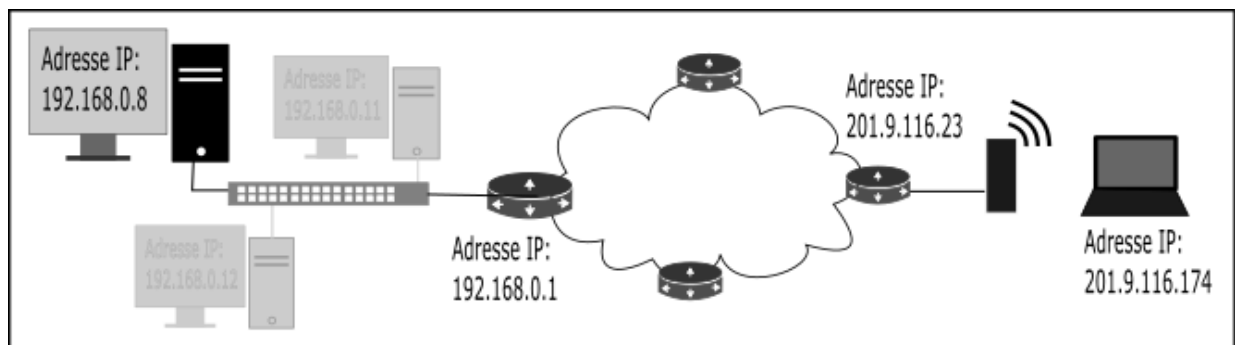
Une machine dans un réseau local connaît les adresses IP de plusieurs services réseau:

- L'adresse IP de broadcast qui permet d'envoyer un message à toutes les machines du réseau en même temps;
- L'adresse IP de la passerelle ou routeur pour accéder à d'autres réseaux (internet);
- L'adresse du serveur DHCP qui attribue automatiquement les adresses IP aux machines du réseau;
- L'adresse IP du serveur DNS qui effectue la résolution des noms de domaine, c'est à dire transforme un nom de domaine en adresse IP;
- L'adresse IP d'un serveur de domaine qui authentifie les utilisateurs à se connecter aux machines du réseau.

6.4 Remarques

1. Le nombre d'adresse en IPv4 est devenu insuffisant pour fournir le monde entier en adresses. Le passage en IPv6 permet d'attribuer beaucoup plus d'adresses. Quoi qu'il en soit, cela ne change pas le protocole IP basé sur des adresses logiques.
2. Il existe un service, **DHCP**, qui attribue les adresses IP aux machines d'un même réseau. Ce service s'assure qu'aucune machine n'ait la même adresse IP. Le service DHCP est installé sur un serveur.

Le second rôle du **protocole IP** est le routage des données à travers différents réseaux.



Les routeurs reliant les réseaux sont aussi appelés des **passerelles**.

Pour mener à bien ce routage, les données à transmettre sont encapsulées dans un paquet IP qui contient l'adresse IP source, l'adresse IP du destinataire et les données à transmettre.

7 La couche transport - protocole TCP

La couche **transport**, via le protocole TCP, s'assure du bon acheminement des données pour être utilisés par les programmes.

- Le protocole TCP s'assure que les paquets IP arrivent au bon programme;

- Le protocole TCP s'assure que les paquets IP sont tous arrivés.

7.1 Arrivé à bon port

En pratique, une machine dans un réseau exécute des programmes et sollicite un service réseau. Si le protocole IP assure la communication avec les adresses IP, comment les données arrivent-elles aux bons programmes ?

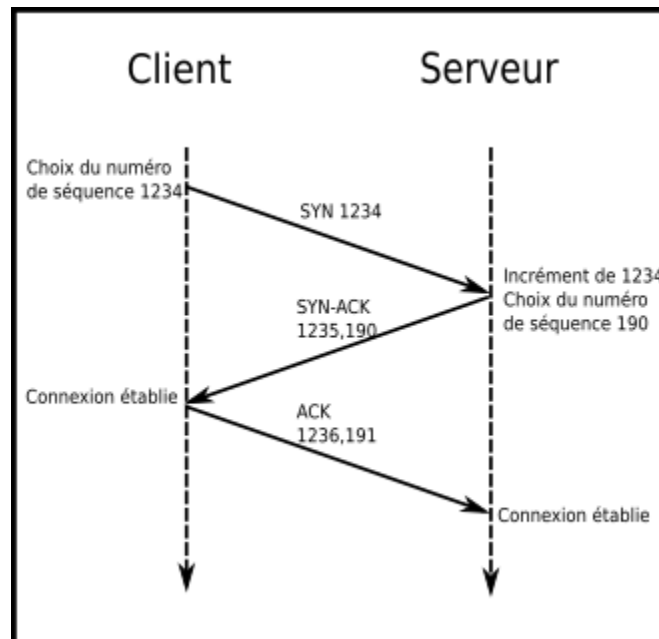
C'est le rôle de la couche transport et du protocole TCP. Celui-ci ajoute aux paquets IP deux nombres : les **numéros de port**.

- un **port source** pour identifier le programme qui demande le service;
- un **port destinataire** pour identifier le programme sur le serveur qui reçoit la demande.

Les paquets IP sont donc encapsulés et deviennent des **datagrammes** qui contiennent le port source, le port destinataire et le paquet IP.

La connexion d'un client à un serveur avec le protocole TCP se réalise en 3 temps avant d'envoyer les données.

1. le client choisit un **numéro de séquence** aléatoire (1234 par exemple) et envoie au serveur un paquet étiqueté **SYN** indiquant le numéro choisi.
2. le serveur reçoit le paquet, **incrémente le numéro de séquence** (1235) et choisit aussi un numéro aléatoire (190) et envoie le tout dans un paquet étiqueté **SYN-ACK**.
3. le client reçoit alors le paquet SYN-ACK, incrémente les 2 numéros (1236 et 191) et envoie le tout dans un paquet **ACK**. La connexion est établie.



La couche transport n'envoie pas les données en une fois ! Les données sont découpées, envoyées puis réassemblées par la machine de destination. Le protocole TCP va incrémenter les numéros de séquence jusqu'à la fin de la transmission permettant d'éviter les erreurs et le renvoi de données éventuellement perdues.

7.2 Remarque

Les ports compris entre 0 et 1024 sont réservés pour des services réseaux. - Le web utilise les ports 80 et 443. Dès que l'on navigue sur le web, les ports de destinations sont 80 ou 443 associés à un port source supérieur à 1024. - La résolution d'adresse sur le web fait appel à un serveur DNS qui se charge de transformer une url en adresse IP. Le port destination utilisé est le 53. - Au démarrage de la machine, celle-ci reçoit une adresse IP grace au serveur DHCP. Cette attribution se fait sur le port 67.

8 La couche application

C'est la couche la plus haute et elle concerne les différents programmes qui ont besoin de données situées sur le réseau ou internet.

8.1 Exemple

On souhaite afficher la page web : <https://fr.wikipedia.org/>

- Une requête au serveur DNS est envoyée. C'est la couche Application.
- Le protocole TCP de la couche transport crée un datagramme en ajoutant les ports dont le 53 comme port de destination;
- Le protocole IP de la couche internet crée un paquet IP en ajoutant au datagramme les adresses IP de la machine source et du serveur DNS.
- Le protocole ethernet de la couche liaison crée une trame en ajoutant les adresses matérielles (MAC) des interfaces réseaux.

