

L9 : Réseau et transmission de données

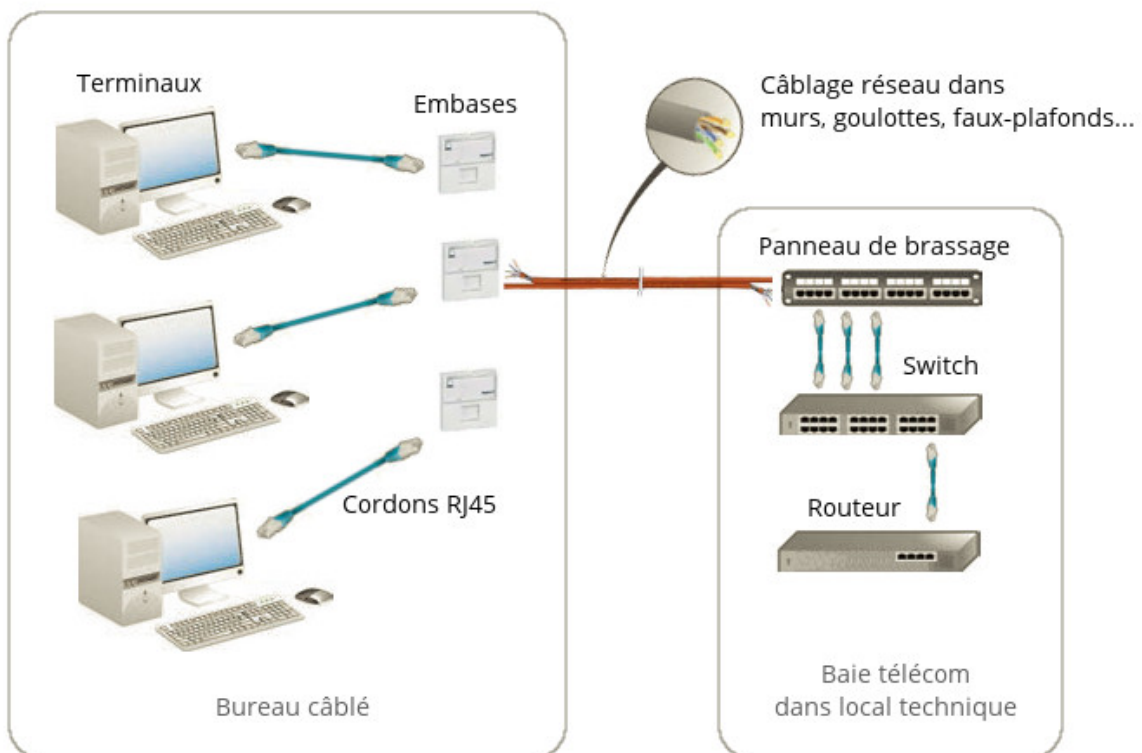
On appelle **réseau informatique**, un ensemble d'équipements informatiques connectés entre eux par des liaisons physiques. Ces machines distantes échangent des informations sous forme de données binaires.

Pourquoi utilise-t-on des réseaux ?

- pour partager des données et des applications ;
- pour partager des périphériques ;
- pour travailler sur une même base de données, ..., etc.

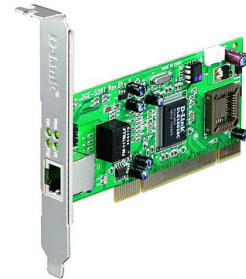
1. Les composants d'un réseau

Les différents ordinateurs et serveurs sont reliés entre eux comme sur le dessin ci-dessous :



Un réseau local peut être constitué des éléments suivants :

- **le câble réseau** Il peut être en cuivre (appelé RJ45) ou en fibre optique.
- **la carte réseau** Elle est l'interface entre l'ordinateur et le câble du réseau. Elle prépare, envoie et contrôle les données sur le réseau. Ces données sont découpées en blocs appelés **trames (ou paquets)**.
- **le répéteur** C'est un équipement qui sert à régénérer le signal afin d'étendre la distance du réseau.
- **le concentrateur** C'est un boîtier constitué de plusieurs ports Ethernet qui permet la connexion de plusieurs appareils en régénérant le signal, et en ne faisant que répercuter les données émises par l'un vers tous les autres équipements qui lui sont reliés.
- **le commutateur** (ou *switch* en anglais) C'est un boîtier muni de plusieurs ports Ethernet. Il distribue les trames directement aux machines destinataires, contrairement au *hub*.
- **le routeur** C'est un équipement qui permet de relier plusieurs réseaux. Par exemple, tous les ordinateurs du réseau de votre domicile connectés par câble (LAN) ou sans-fil (WLAN) sont connectés au réseau Internet par l'intermédiaire de votre routeur.
- **l'armoire de brassage** dans laquelle on trouve tous les composants actifs (*hub*, *switch*, routeur, etc...) d'un réseau et toutes les arrivées des câbles d'un secteur.

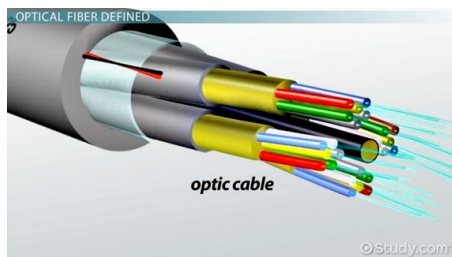


D'autres technologies ...

Le Wi-Fi

Apparu à la fin des années 1990, le *Wi-fi* (**Wireless Fidelity**) permet un câblage virtuel entre deux machines en utilisant la modulation des ondes radio. Les différentes normes 802.11 représentent les variations de débit.

La fibre optique

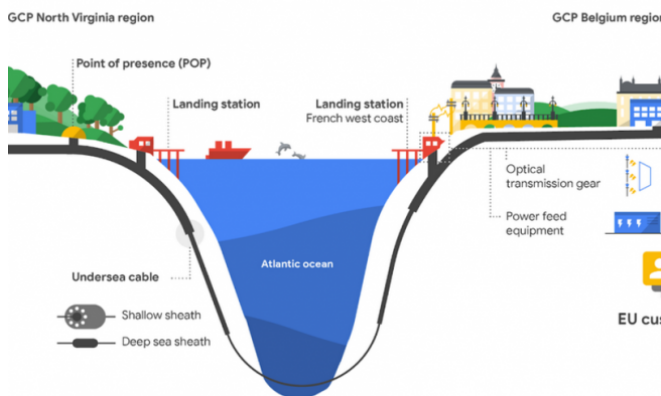


Elle transporte l'information avec **la lumière** et non plus des 0 et 1. C'est une technologie coûteuse mais beaucoup plus efficace.

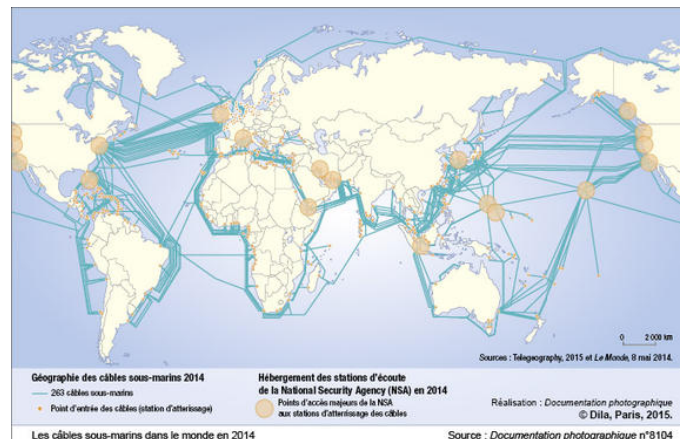
Elle est utilisée au cœur du réseau.

Record : 8000 km avec une seule fibre.

En pratique, on relie les continents entre eux (comme par exemple l'Europe et le continent américain) grâce à des câbles sous-marins en fibre-optique monomode avec des répéteurs tous les 60 km.



Câblage sous-marin par fibre optique






Les câbles sous-marins dans le monde

2. Caractéristiques d'un réseau

a. Taille

On distingue généralement trois catégories de réseaux :

| | LAN Local Area Network  | MAN Metropolitan Area Network  | WAN World Area Network  |
|---|--|--|--|
| Nombre d'éléments le constituant | Un ensemble d'équipements appartenant à une même société | Ce type de réseau interconnecte plusieurs LAN | Un WAN interconnecte plusieurs LAN ou MAN |
| Dispersion géographique | Les machines sont situés sur un périmètre géographiquement restreint | Réseaux LAN géographiquement proches | Très grandes distances internet est un WAN |

b. Topologie

La topologie d'un réseau (ou architecture physique) décrit la manière dont sont reliées entre elles les machines. On en rencontre souvent deux :

Réseau en étoile



Le routeur ou switch est au centre.
Exemple : un réseau local (LAN) domestique ou d'entreprise

Réseau maillé (ou mesh)



Tous les hôtes sont connectés en pair à pair sans hiérarchie centrale.
Exemple : Internet

3. Les protocoles de communication

a. Définition

Un protocole de communication est un ensemble de règles et de procédures à respecter pour émettre et recevoir des données sur un réseau.

Faisons un parallèle avec la poste.

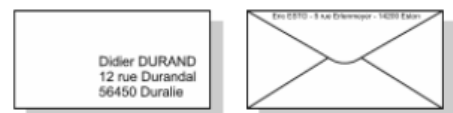
Quand vous voulez envoyer une lettre par la poste:

- vous placez votre lettre dans une enveloppe
- sur le recto vous inscrivez l'adresse du destinataire
- au dos, vous écrivez l'adresse de l'expéditeur (la votre).



Ce sont des règles utilisées par tout le monde.

C'est ce que l'on appelle un **protocole**.



recto : adresse du destinataire
verso : adresse de l'expéditeur

b. Modèle OSI ou modèle TCP/IP

Selon les échanges d'informations à effectuer entre ordinateurs, il existe de nombreux protocoles de communication ou d'encodage :

- HTTP
- FTP
- VoIP
- ASCII
- Ethernet, Wifi,..., etc.

Application : HTTP(S), FTP, SSH, VoIP

Présentation : ASCII, Unicode, MIME

Session : ISO 8327, RPC, NetBIOS

Transport : TCP, UDP, SCTP

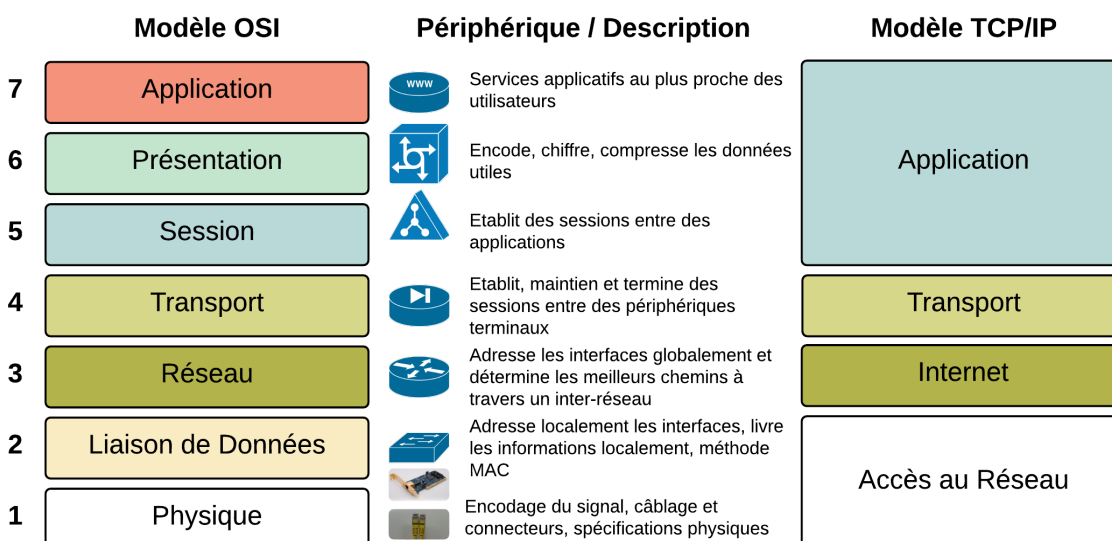
Réseau : IP, ARP, ICMP

Liaison : Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth

Physique : techniques de codage du signal

Ainsi, les règles utilisées afin de faciliter le transfert de données sur Internet font partie d'un ensemble de protocoles hiérarchisés selon deux modèles :

- le modèle OSI conçu dans les années 1970 par l'*ISO*
- le modèle TCP/IP créé en 1983 par *Arpanet*



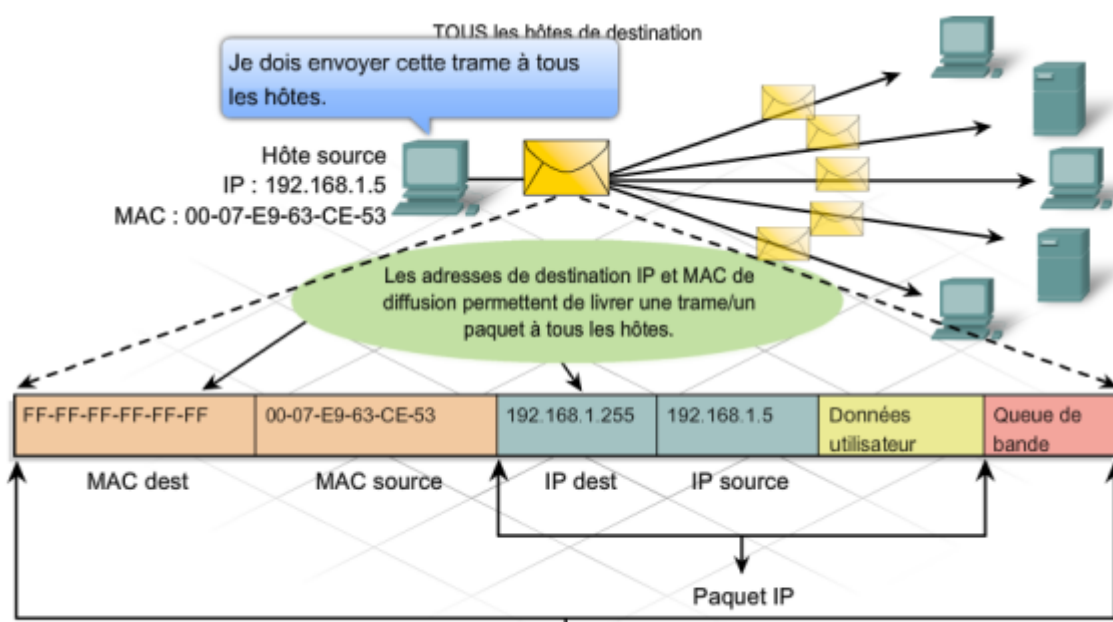
Nous n'étudierons ici que le **modèle TCP/IP** (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*). C'est un protocole, c'est à dire un ensemble de règles de communication qui réunit :

- TCP : *Transmission Control Protocol*
- IP : *Internet Protocol*

Ils interviennent à des niveaux différents que l'on appelle **couches** afin de réaliser :

- **le fractionnement des messages en paquets ;**
- **l'utilisation d'un système d'adresses ;**
- **l'acheminement des données sur le réseau (routage) ;**
- **le contrôle des erreurs de transmission de données.**

Afin de faciliter la communication et d'éviter les erreurs pendant la transmission, les informations sont divisées en **paquets (ou trames)** au lieu d'être envoyées en un seul bloc.



Chaque paquet transmis via le protocole IP contient dans son en-tête l'**adresse IP** de l'émetteur ainsi que l'adresse IP du destinataire.

Cela permet aux machines du réseau de router les paquets jusqu'à destination grâce à l'adresse IP.

Le destinataire saura ainsi à qui renvoyer les données grâce à l'adresse IP de l'émetteur contenu dans les en-têtes des paquets envoyés.

4. Adresse IP et adresse MAC

a. Adresse MAC

En réseau informatique, une adresse MAC (*Media Access Control address*) est un **identifiant physique** stocké dans une carte réseau ou une interface réseau similaire et utilisé pour attribuer **mondialement une adresse unique**.

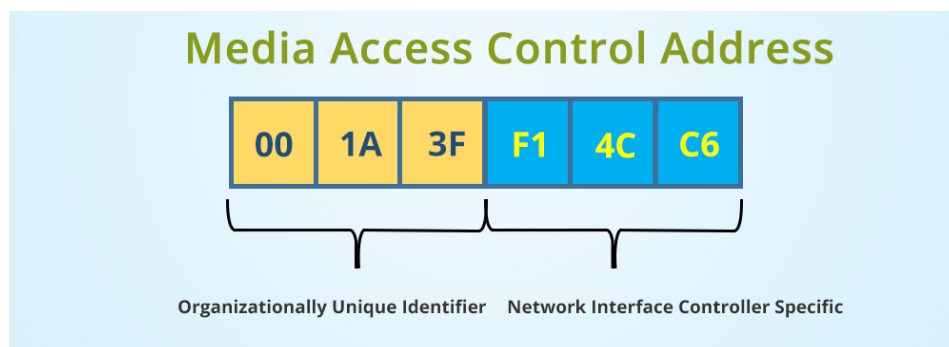
Elle est appelée également **adresse physique**.

Une adresse MAC est constituée de **6 octets** et est généralement représentée sous la forme **hexadécimale**, en séparant les octets par un **double point ou un tiret**.

Exemple : **00:0C:6E:A2:AF:15**

L'adresse est divisée en deux parties égales : (soit 2 x 3 octets)

- Les 3 premiers octets désignent le **constructeur**
- Les 3 derniers octets désignent le **numéro d'identifiant de la carte** (unique)



b. Adresse IP

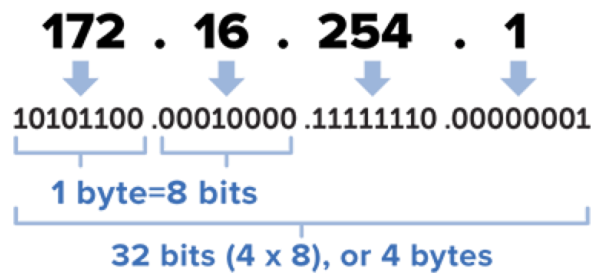
TCP/IP se base sur la notion d'adressage IP. Ainsi, chaque machine connectée au réseau reçoit une adresse IP dans le but d'acheminer des paquets de données.

Une adresse IP est une suite de chiffres joue une rôle d'identification et permet l'acheminement (ou routage) des paquets de données d'un ordinateur connecté à un réseau local ou à Internet.

Les adresses IP permettent d'identifier les cartes réseau ou tout matériel se connectant à un réseau (modem, routeur, switch, imprimante réseau...)

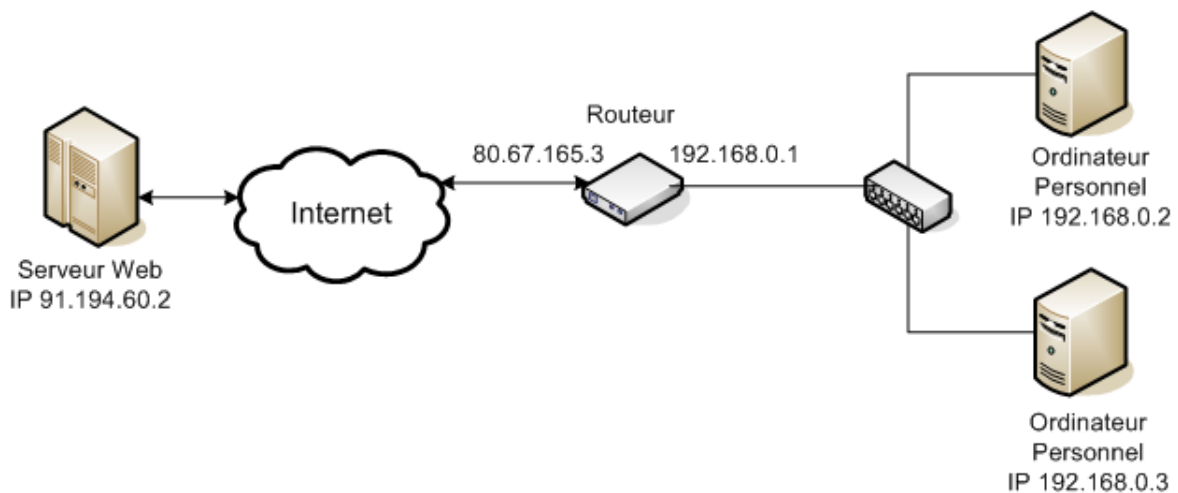
Actuellement la norme utilisée est l'IP version 4 : *IPv4* . Ainsi, une adresse IP est codée sur 32 bits soit **4 octets**.

An IPv4 address (dotted-decimal notation)



Elle est composée de 4 nombres entiers (en base 10) compris entre 0 et 255 **séparés par un point.**

Exemple : **192.168.0.1** est l'adresse IP de votre routeur à votre domicile.



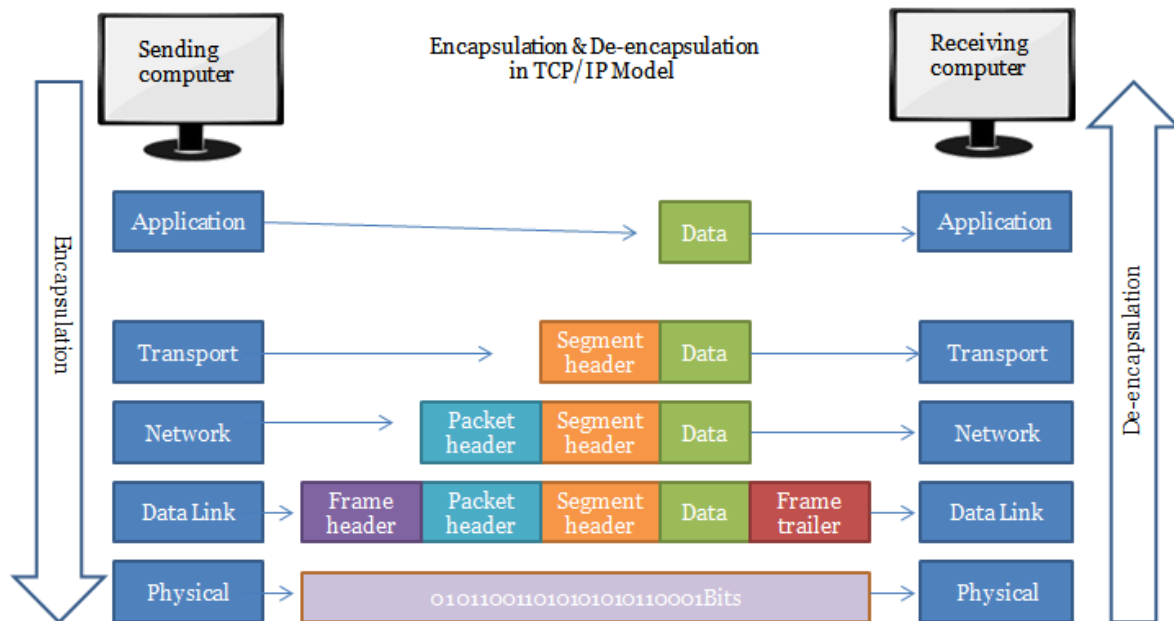
Remarques :

- Il y a donc au maximum 2^{32} soit 4 294 967 296 adresses possibles
- Il existe également la norme IPv6 (sur 16 octets !!!)

5. Encapsulation des données

A chaque fois qu'un protocole reçoit une donnée d'une couche supérieure, celui-ci ajoute des informations qu'il place au début de la donnée (ou entête), créant ainsi une nouvelle donnée. C'est ce que l'on appelle l'**encapsulation**.

La nouvelle donnée créée est envoyée à la couche directement inférieure (si elle existe) selon le schéma suivant :



Inversement, à chaque fois qu'un protocole reçoit une donnée d'une couche inférieure, il enlève les données d'entête correspondant à son protocole (on appelle cette opération la décapsulation) puis envoie la donnée décapsulée à la couche directement supérieure (si elle existe).

6. Quelques commandes à connaître

Avec un système d'exploitation Windows, après avoir lancé un terminal sous Windows (*Command Prompt*), il est possible d'exécuter quelques commandes réseau basiques telles que :

a. ipconfig

***ipconfig* est une commande qui permet d'afficher la configuration réseau d'un PC.**

Avec un système d'exploitation de type *Linux*, la commande similaire se nomme *ifconfig*.

```
Wireless LAN adapter Wi-Fi:

Connection-specific DNS Suffix  . : lfs.internal
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::a9db:f9c4:e5c8:3a80%19
IPv4 Address. . . . . : 10.2.104.121
Subnet Mask . . . . . : 255.255.248.0
Default Gateway . . . . . : 10.2.104.1

Ethernet adapter Bluetooth Network Connection:

Media State . . . . . : Media disconnected
Connection-specific DNS Suffix  . :
```

b. tracert

***tracert* est une commande qui permet de suivre les chemins qu'un paquet de données va prendre pour aller de la machine locale à une autre machine connectée au réseau IP.**

Avec un système d'exploitation de type *Linux*, la commande similaire se nomme *traceroute*.

```
C:\Users\trahobisoa>tracert www.lfs.edu.sg

Tracing route to lfs.edu.sg [103.11.188.69]
over a maximum of 30 hops:

  1     3 ms     6 ms     1 ms    10.2.104.1
  2     1 ms     1 ms     4 ms    10.2.3.2
  3     1 ms     1 ms     1 ms    121.200.245.54
  4    12 ms     1 ms     1 ms    103.250.56.225
  5     2 ms     2 ms     2 ms    172.18.1.153
  6     4 ms     5 ms     5 ms    103.51.160.29
  7     6 ms     2 ms     6 ms    103.51.160.30
  8    15 ms    12 ms    12 ms    203.84.130.21
  9    79 ms     4 ms     4 ms    telin-as56308.sgix.sg [103.16.102.60]
 10   55 ms     5 ms     4 ms    172.30.230.17
 11   13 ms     6 ms     7 ms    138.168.22.103.in-addr.arpa [103.22.168.138]
 12   16 ms    11 ms     7 ms    100.92.245.103.sgsvr.com [103.245.92.100]
 13    7 ms     6 ms     6 ms    v188069.serveradd.com [103.11.188.69]

Trace complete.
```

c. ping

***ping* est une commande permettant de tester l'accessibilité d'une autre machine à travers un réseau IP.**

La commande mesure également le temps mis pour recevoir une réponse, appelé *round-trip time*.

```
C:\Users\trahobisoa>ping 10.2.104.1

Pinging 10.2.104.1 with 32 bytes of data:
Reply from 10.2.104.1: bytes=32 time=229ms TTL=64
Reply from 10.2.104.1: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 10.2.104.1: bytes=32 time=23ms TTL=64
Reply from 10.2.104.1: bytes=32 time=2ms TTL=64

Ping statistics for 10.2.104.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 2ms, Maximum = 229ms, Average = 64ms
```

7. Ce qu'il faut retenir

| | |
|-----------------|--|
| Adresse IP | <p>C'est un numéro attribué à une machine. Ce numéro se compose de 4 chiffres compris entre 0 et 255.</p> <p>Exemple : 192.121.16.4</p> |
| Réseau local | <p>C'est un ensemble de machines reliées les unes aux autres à l'échelle d'un lycée, d'une entreprise ou d'une maison.</p> |
| Réseau Internet | <p>Ensemble de réseaux reliés les uns aux autres au niveau mondial.</p> |
| Protocole | <p>Ensemble de règles qui permettent à 2 machines de communiquer</p> |
| IP | <p><i>Internet Protocol</i> – il encapsule les paquets TCP pour les acheminer.</p> |
| TCP | <p><i>Transfer Control Protocol</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Il vérifie que le destinataire est prêt à recevoir les données• Il prépare les envois de paquets, c'est-à-dire qu'il découpe les gros paquets de données en paquets plus petits et les numérote.• Il vérifie que chaque paquet est bien arrivé et le renvoie si le TCP de l'ordinateur distant le demande. |