Chapitre 01 _Internet – Partie 1

1 La découverte d'internet :

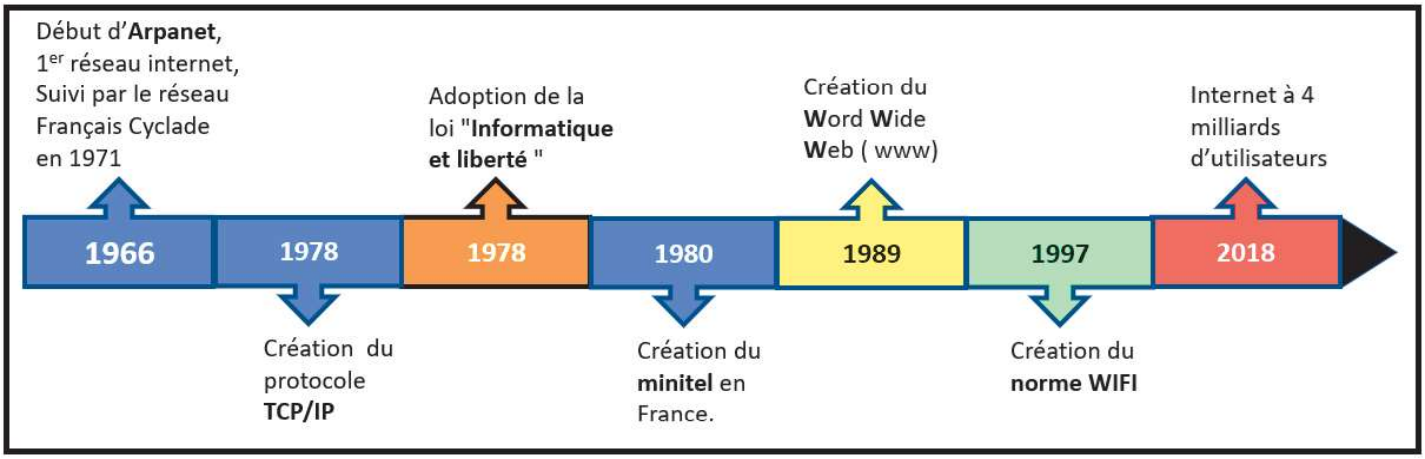
1.1 Définition :

Internet est un réseau informatique mondial qui rend accessible à ses utilisateurs un certain nombre de services comme la messagerie, la publication (le Web), la communication directe (le chat) et les transferts de fichiers.
Internet repose sur une grande variété d'infrastructures physiques (câbles cuivre, antennes et relais, satellites, fibre optiques) par le biais desquelles les données transitent.

Remarque :
Le mot "Internet" est une contraction des deux mots : "Inter" et "Networks" (réseaux)

1.2 Histoire de l'internet

Né à la fin des années 60 comme un projet essentiellement militaire, internet (ArpaNet à l'origine) a été utilisé par la suite pour relier les grandes universités américaines et accélérer l'échange de connaissances et la collaboration scientifique.



*Au début des années **1989/90**, le chercheur britannique au sein du CERN*, **Tim Berners-Lee**, invente les liens hypertextes, qui permettent de relier des documents entre eux par des mots clefs, et parle du World Wide Web (www).*

** CERN : Centre Européen de Recherche nucléaire*

TimBL participe à la mise au point du premier navigateur web : NCSA Mosaic (Netscape)

En résumé, Internet est donc un système de télécommunications informatiques développé au niveau international, qui permet l'accès à des données de toutes sortes, textes, musique, vidéos, photos, grâce à des moyens de communications universelles appelés protocoles.
Ces protocoles utilisent des ressources telles que : les médias de transmission, les adresses IP (pour identifier les machines de communication…etc.)

2 Les médias de transport (ou les supports de transmission)

Le média de transport est le support de transmission par lequel l'information passe d'un élément de réseau à un autre. Il existe plusieurs types utilisés comme médias de transport :

- *le câble cuivre à paire torsadée non blindés (UTP)*
- *le câble cuivre à paire torsadée blindé (STP)*
- *le câble coaxial*
- *le câble à fibre optique (monomode ou multimode)*
- *et en fin le support sans fil (transmission radio, hertzienne)*

Remarque :

*Dans de nombreux cas, un réseau utilise une variété de types de câbles. Le type de câble choisi pour un réseau est lié à la topologie *, au protocole de communication et à la taille du réseau.*

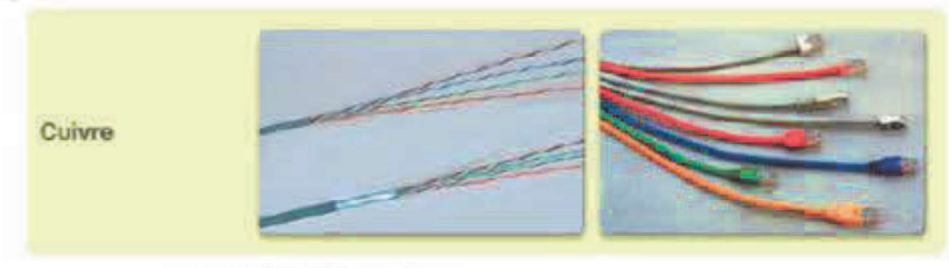
**** Topologie :***

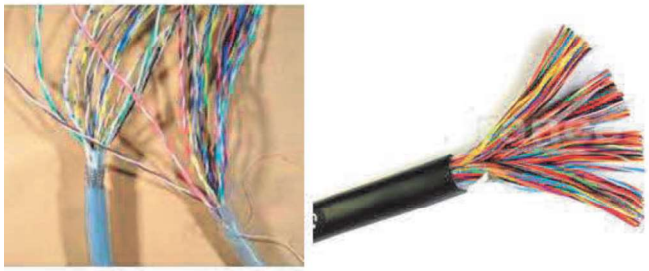
Une topologie de réseau est une disposition des éléments de réseau appelés nœuds (généralement des commutateurs, des routeurs, etc.) et des connexions, souvent représenté sous forme de graphe. ...

Dans ce qui suit on va étudier les différents types de câbles utilisés dans les réseaux.

2.1 Câble à paire torsadée non blindé (UTP) :

La paire torsadée non blindée (UTP) est un type de câblage en cuivre omniprésent utilisé dans le câblage téléphonique et les réseaux locaux (LAN). Il existe cinq types de câbles UTP (identifiés par le préfixe CAT), chacun prenant en charge une quantité de bande passante différente (voir tableau ci-dessous)





Les catégories du câble UTP	*Vitesse*	*Ce type de support a une bande passante* limitée et une portée* (distance maximale) d'environ qq km. Ce qui limitait son utilisation en dehors des réseaux locaux internes.*
Cat 1- 4	*De 1 à 20 Mb*	
Cat 5 (2 paires)	*100Mb*	
Cat5 (4 paires)	*1000 Mb*	
Cat 6	*10 000 Mb*	
Cat 6 avec ADSL	*Plus de 1 Gb*	

Connecteur des câbles UTP non blindés (RJ45) *:*

Le connecteur standard pour le câblage à paires torsadées non blindées est le connecteur RJ-45. Il s'agit d'un connecteur en plastique qui ressemble à un grand connecteur de type téléphone. RJ signifie ***Registered Jack****, ce qui implique que le connecteur est conforme à une norme empruntée au secteur téléphonique. Cette norme désigne quel fil va avec chaque broche à l'intérieur du connecteur.*

2.2 Câble à paire torsadée blindé (STP) :

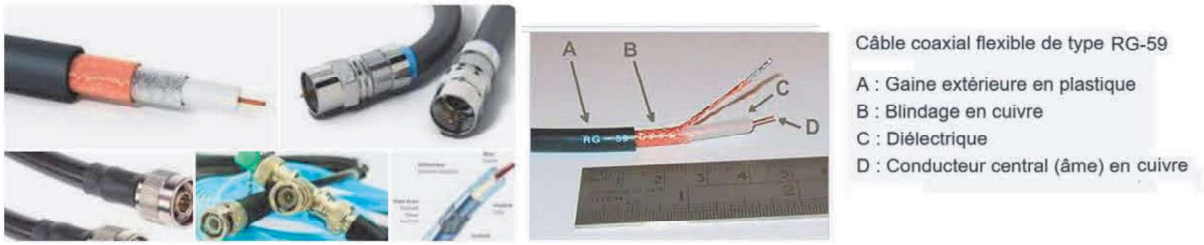
Le câble à paire torsadée blindée (STP) a été conçu à l'origine par IBM pour les réseaux en anneau à jeton (en anglais ***token ring****) comprenant deux fils individuels recouverts d'une feuille de blindage, qui empêche les interférences électromagnétiques, permettant ainsi un transport plus rapide des données.*

STP est similaire au câble paire torsadée non blindée (UTP); Pourtant, il contient une ***enveloppe supplémentaire en aluminium ou une gaine de tresse en cuivre*** *pour aider à protéger les signaux du câble* ***des interférences.***

2.3 Câble coaxial :

Un câble coaxial est un type de câble en cuivre spécialement construit avec un blindage en métal et d'autres composants conçus pour bloquer les interférences de signaux.

Il est principalement utilisé par les entreprises de télévision pour connecter leurs antennes paraboliques aux domiciles des clients et aux entreprises.
Ce type de câble a été aussi proposé en France pour la transmission de télévision (TV câblée) sans grand succès.



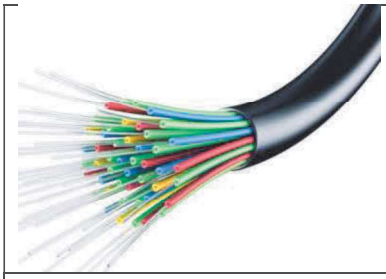
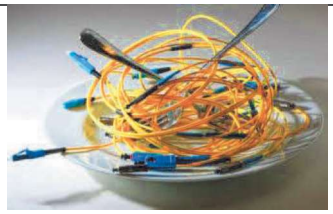
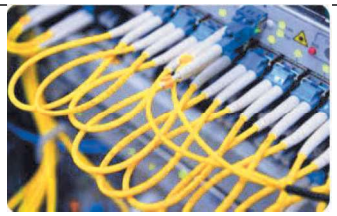
2.4 Câble à fibre optique :

La fibre optique consiste en un noyau de verre central entouré de plusieurs couches de protection. On y émet de la lumière plutôt que des signaux électriques, éliminant ainsi le problème des interférences électriques. Cela fait de la fibre optique un media de transport idéal pour certains environnements contenant de nombreuses interférences.
La fibre optique est aussi le câble idéal pour la connexion urbaine, en raison de son immunité aux effets de l'humidité et de la lumière.

- *La fibre optique a la capacité de transmettre des signaux sur des distances beaucoup plus longues que les paires coaxiales et torsadées.*
- *Elle a également la capacité de transporter des informations à des vitesses beaucoup plus grandes. Cette capacité élargit les possibilités de communication pour inclure des services tels que la vidéoconférence et les services interactifs (TV, VoD*...etc.).*

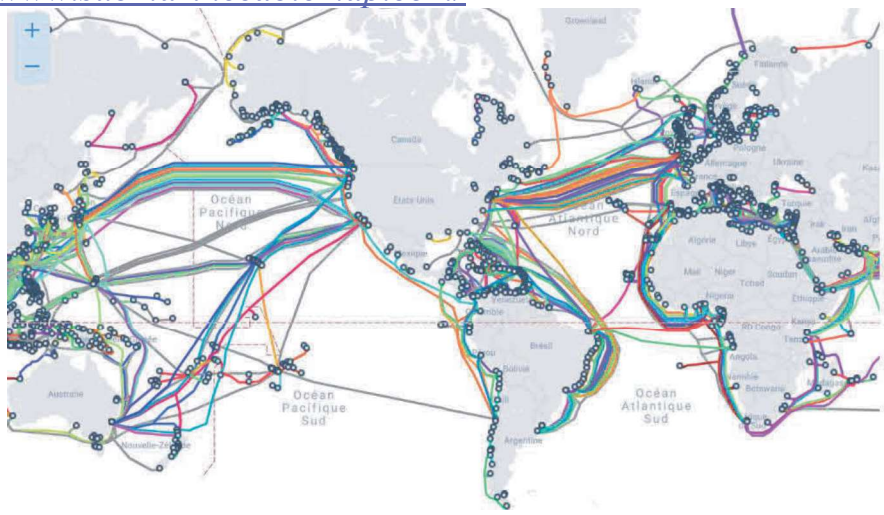
VOD : Video on demand : video à la demande.*

Le coût du câblage en fibre optique est devenu comparable à celui du cuivre. Pourtant, il est
*Il existe deux types courants de fibres optiques – **monomodes** et **multimodes**.*


2.4.1 Cartographie des câbles sous-marins en fibre optique :

https://www.submarinecablemap.com/



2.4.2 Comparaison fibre – câble coaxial

	Fibre optique	Cable coaxial
Définition	La transmission du signal est sous forme optique (forme lumineuse).	La transmission du signal est sous forme électrique.
Coût	Très cher	Moins cher
Efficacité	Haute	Faible
Pertes dans le câble	Dispersion, flexion, absorption et atténuation.	Perte résistive, rayonnée et diélectrique.
Composition du câble	Verre et plastiques	Plastique, feuille de métal et fil métallique (généralement en cuivre).
Taux de transmission de données	2 Gbps	44,736 Mbps
Installation du câble	Difficile	Facile
Poids du câble	Plus léger	Plus lourd
Diamètre du câble	Plus petit	Plus grand
Immunité au bruit	Haute	Moyen
Champ magnétique externe	N'affecte pas le câble	Affecte le câble
bande passante fournie	Très élevé	Modérément élevé

2.5 Transmission sans fil :

- *Pour la téléphonie et pour accéder à internet en mobilité, et parallèlement au réseau filaire, se sont développés les moyens de communication radio :WiFi, le DECT et CDMA (abandonnés) ainsi que le GSM (3G/4G/5G*
- *Plusieurs grosses entreprises dans le monde (Google, Starsat d'Elon Musk) ont aussi développé une couverture Internet à très haut débit par des satellites.*

- *En France, en 1999, France Telecom lance l'ADSL qui exploite de nouvelles bandes de fréquences sur les lignes téléphoniques pour augmenter les débits jusqu'à 16 Mbit/s, puis au-delà avec son évolution, le VDSL/VDSL2. (mon article sur l'ADSL)*

- *Depuis les années 2010, la fibre optique commence à être installée progressivement par les différents opérateurs sous différentes configurations : en FTTC (Fiber To The Curve : au trottoirs) ou FTTB (Fiber To The Building) puis récemment jusqu'à la maison en FTTH (Fiber to the Home). Ceci a permis des débits de 1 Gbit/s.*

- *Fin 2018, Orange (le nouveau nom de France Telecom) a cessé la commercialisation des lignes téléphoniques traditionnelles (RTC) pour passer au tout numérique (DSL).*

Exemples de durée de téléchargement selon le débit :

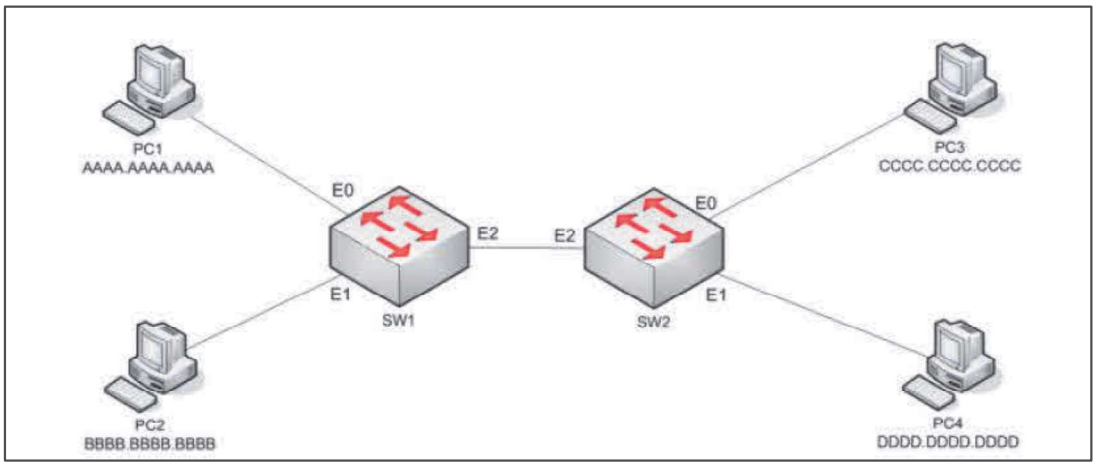
	Modem	***ADSL (cuivre)***	***VDSL (cuivre)***	***Fibre***
Débit	*36 kbit/s*	*16 Mbit/s*	*30 Mbit/s*	*1 Gbit/s*
film de 500 Mo	*1 jour et 7 h 36 min et 17 s*	*4 min 10 s*	*2 min 13 s*	*4 s*
Mise à jour Mac de 10 Go	*26 jours 23 h 16 min et 8 s*	*1 h 25 min 20 s*	*45 min 30 s*	*1 min 20 s*

3 Principe de routage

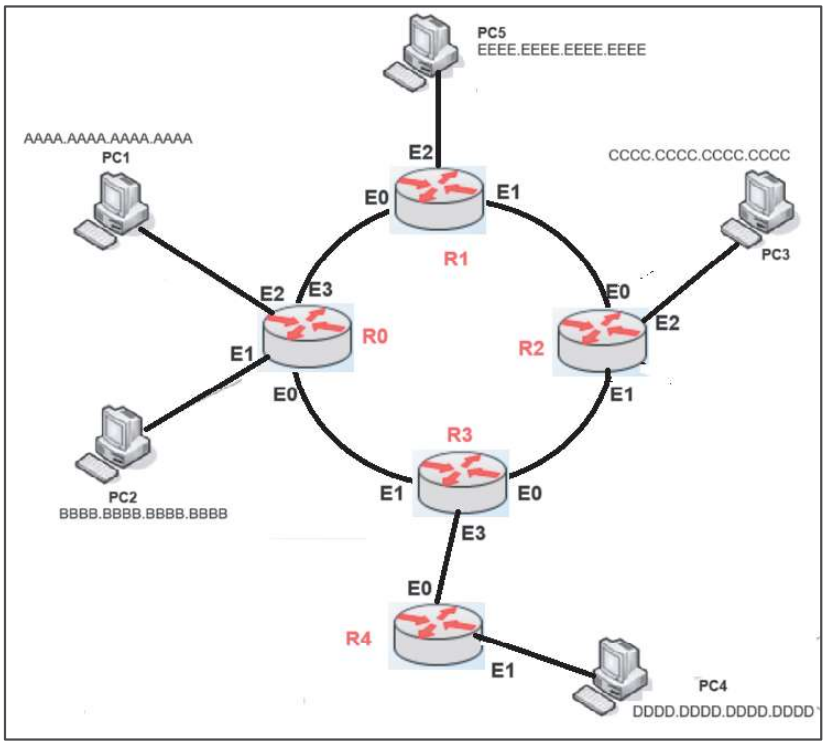
Internet fonctionne grâce à un algorithme qui fait transiter les données, en suivant ***une route,*** *de leur émetteur à leur destinataire. Ce* ***routage*** *est effectué par des machines appelées* ***routeurs.***

Chaque routeur échange en permanence avec les routeurs voisins pour établir ce qu'on appelle une table de routage (une sorte de carte locale de ce qu'il voit du réseau).

Les routeurs acheminent donc les données de proche en proche jusqu'au destination. Toutefois, il arrive " qu'un paquet" de donnée soit perdu ou détruit à cause d'une panne matériel, d'un encombrement de réseau ou d'une coupure de support de transmission…



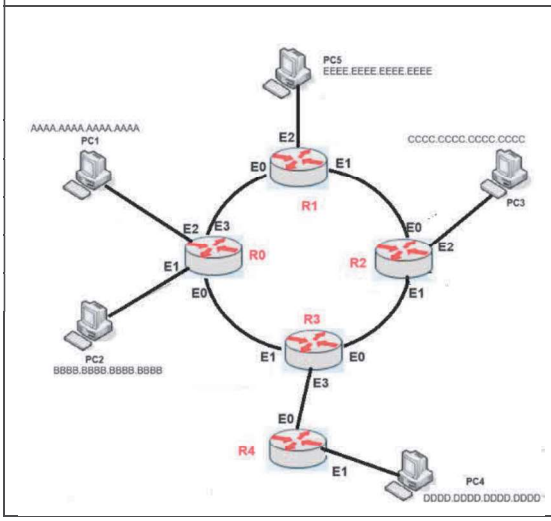
Topologie point à point



Topologie en anneau

Table de routage :

Exemple de table de routage pour R0 dans le réseau ci-dessous :

Réseau	Destination	Interface
	AAAA.AAAA.AAAA.AAAA	Connexion direct – E2
	BBBB.BBBB.BBBB.BBBB	Connexion directe – E1
	CCCC.CCCC.CCCC.CCCC	R1 – interface E3
	DDDD.DDDD.DDDD.DDDD	R3 – interface E0
	EEEE.EEEE.EEEE.EEEE	R1 – E3

Côté pratique : sur un PC, on peut suivre le routage d'un message depuis le PC vers un site distant. Sous windows, on procède comme suite :

- *Tapez **cmd** dans l'invite de commande disponible sous windows*
- *Taper **tracert** www.monlycee.net*
- *L'itinéraire emprunté pour atteindre le site s'affichera alors.*

4 Les protocoles de transmission (ou les règles de communication)

Si on relie des ordinateurs les uns aux autres c'est pour qu'on puisse échanger des données varies (voix, texte, image, vidéo…etc.). Des règles de communications s'imposent. Ces règles appelées ***" PROTOCOLES"*** *avec des avantages et des inconvénients tout en essayant d'être indépendant du support de transmission.*
Ils existent plusieurs protocoles de communication (UDP, TCP/IP …etc.)

4.1 Le protocole IP :

4.1.1 Définition

*Le protocole IP (**I**nternet **P**rotoco**l**) identifie tous les ordinateurs ou objet connectés à un réseau par une adresse unique et uniforme :* ***l'adresse IP.***
Les données qui s'échangent sur Internet sont découpées en paquets. Chaque paquet comporte une adresse IP ***source*** *(adresse informatique de l'expéditeur) et l'adresse IP* ***destination*** *(adresse informatique du destinataire).*

Remarque sur l'adresse MAC.

- ✓ *L'adresse MAC est un* ***identifiant unique****, stockée dans la carte réseau, qui caractérise votre appareil : Cette adresse est créée par le constructeur de la carte.*

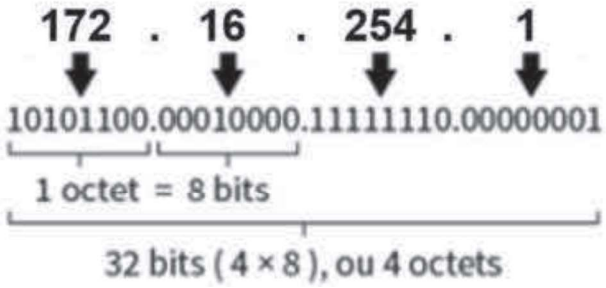
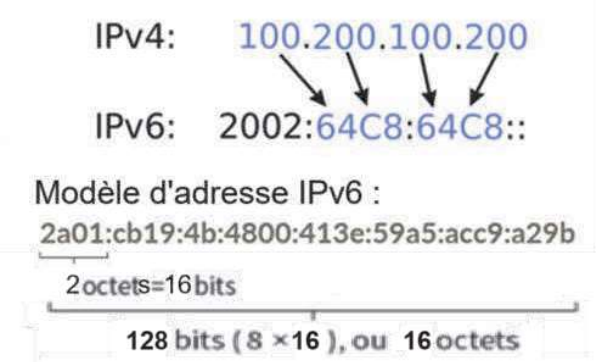
- ✓ *Une adresse est codée sur 48 bits, sous forme de 12 chiffres de 4 bits en hexadécimal. Exemple : 00 – 1E-33 – 1D-6A-79*

- ➢ *Tous les objets connectés sur internet (Tablette, smartphones,…etc.) peuvent échanger entre eux des informations en respectant le protocole IP. A chaque appareil connecté est associé un numéro d'identification unique appel adresse IP. Autrement dit, il n'existe pas sur internet deux ordinateurs ayant la même adresse IP.*

- ➢ *L'adresse IP est composée de quatre nombres (entre 0 et 255), séparés par des points. Par exemple :* ***172.16.254.1*** *(voir figure ci-dessous)*

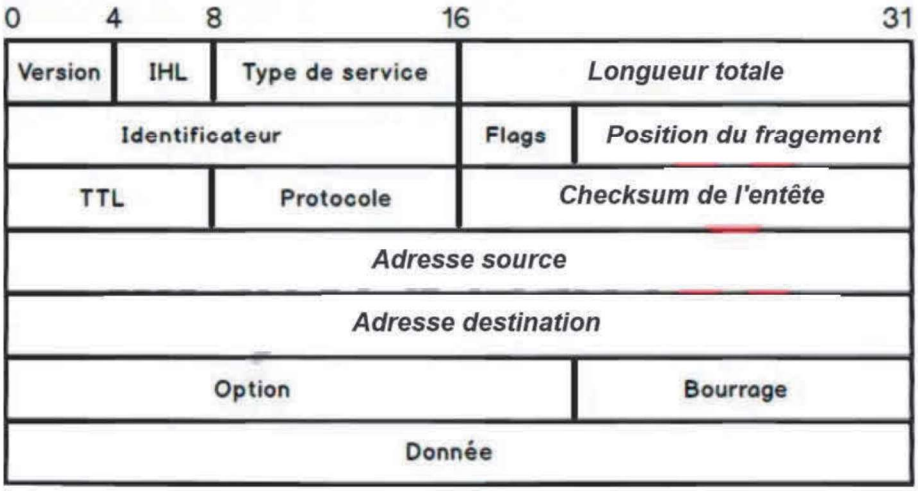
- ➢ *L'adresse IP indique en fait l'adresse du réseau et l'adresse de la machine, elle peut varier entre 0.0.0.0 à 255.255.255.255. On ajoute souvent ce qu'on appelle un masque de sous-réseau qui permet de différentier la partie de l'adresse IP de la machine de celle du réseau.*

- ➢ *Le nombre d'adresses IP est limité à 2^{32} adresses différentes, ce qui n'est pas suffisant pour faire face au nombre croissant des machines connectées. D'où la necessité aujourd'hui de passer de l'IPv4 (version 4) à l'IPV6 (version 6) [pas de version 5]*

Exemple d'adresse IPv4	Différence avec l'IPv6
	
L'IPv4 utilise un espace d'adressage de 32 bits (soit 32 / 8 = 4 octets). Cela signifie que le nombre total d'adresses IP qu'il peut fournir peut aller jusqu'à ***2*** ^{32}*. C'est-à-dire environ* ***4,3 milliards*** *d'adresses.*	*L'IPv6 utilise un espace d'adressage de 128bits (soit 128 / 8 = 16 octets). Cela signifie que le nombre total d'adresses IP qu'il peut fournir peut aller jusqu'à* ***2*** ^{128}*. C'est-à-dire plus 80 milliards de fois que l'IPv4.*

4.1.2 Structure du paquet IP

*Le terme « **datagramme** » ou « **paquet** » est utilisé pour décrire un bloc de données IP. Chaque paquet IP contient un ensemble spécifique de champs dans un ordre spécifique afin que le destinataire sache comment décoder et lire le flux de données reçu. La description du paquet IP ci-dessous convient à la plupart des applications.*



Version (4 bits)

Ce champ est défini sur la valeur «4» en décimal ou «0100» en binaire. La valeur indique la version d'IP (4 ou 6, il n'y a pas de version 5).

IHL (4 bits)

La longueur d'en-tête Internet (IHL) décrit la taille de l'en-tête en mots de 32 bits. Par exemple, la valeur minimale est 5, car il s'agit de la taille minimale d'un en-tête IP contenant tous les champs corrects, soit 160 bits ou 20 octets. Cela permet au destinataire de savoir exactement où commencent les données utiles.

Type de service – TOS (8 bits)

Le type de service permet aux stations de réception intermédiaires (les routeurs) de se faire une idée de la qualité de service souhaitée. Cela permet au réseau de procéder à des adaptations en termes de délai, de débit ou de fiabilité.

Longueur totale (16 bits)

Ceci informe le récepteur des données où se trouve la fin des données dans ce paquet. C'est la longueur de l'ensemble du paquet en octets, plus l'en-tête. C'est pourquoi un paquet IP peut contenir jusqu'à 65 535 octets, car il s'agit de la valeur maximale de ce champ de 16 bits.

Identificateur (16 bits)

Parfois, un périphérique situé au milieu du chemin du réseau ne peut pas gérer le paquet à la taille à laquelle il a été transmis, et doit le décomposer en fragments. Si un système intermédiaire doit décomposer le datagramme, il utilise ce champ pour faciliter l'identification des fragments.

Flags (3 bits)

Le champ « flags » contient des drapeaux à un bit qui indiquent si le paquet est un fragment, s'il est autorisé à être fragmenté et si le paquet est le dernier fragment ou s'il existe d'autres fragments. Le premier bit de ce champ est toujours zéro.

Position du fragment – Offset (13 bits)

Lorsqu'un paque test fragmenté, il est nécessaire de réassembler les fragments dans le bon ordre. Le nombre d'offset numérote les fragments de manière à pouvoir être réassemblés correctement.

Durée de vie – TTL (8 bits)

Ce champ détermine la durée pendant laquelle un paquet existera. À chaque saut, le champ TTL est décrémenté. Lorsque le champ TTL atteint zéro, le paquet est dit « expiré » et est rejeté. Cela évite les encombrements sur le réseau qui sont créés lorsqu'un paquet ne peut pas être transmis à sa destination. La plupart des applications définissent la durée de vie du champ sur 30 ou 32 par défaut.

Protocole (8 bits)

Cela indique quel type de protocole est encapsulé dans le paquet IP. Certaines des valeurs communes incluent : ICMP (1) ; IGMP (2) , TCP (6) et UDP (17)

Checksum de l'entête (16 bits)

Le checksum de l'entête permet au protocole IP de détecter les paquets dont les en-têtes sont corrompus et de les supprimer. Comme le TTL change à chaque saut, le checksum doit être recalculée à chaque saut. Le checksum est utilisé comme mécanisme de détection d'erreur. La machine source exécute un algorithme mathématique sur le paquet. La machine de destination ou destinataire utilise le même algorithme mathématique sur le paquet. Si les deux valeurs correspondent, nous pouvons supposer que le paquet n'a pas été endommagé pendant son trajet.

Adresse source (32 bits)

*C'est **l'adresse IP** de l'expéditeur du paquet IP.*

Adresse destination (32 bits)

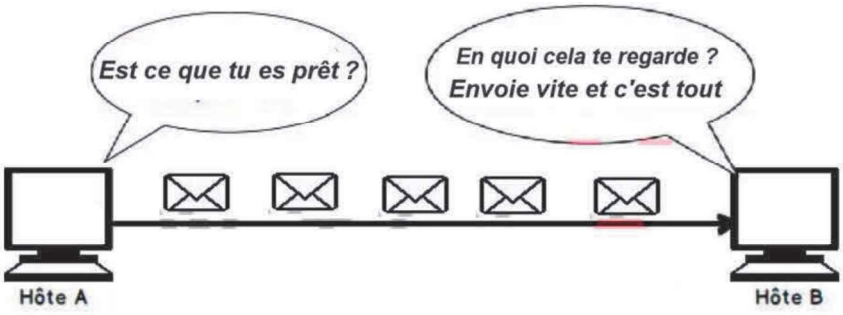
*C'est **l'adresse IP** du destinataire du datagramme. Si la partie hôte de cette adresse est définie sur toutes les valeurs à 1, le paquet est diffusé à « tous les hôtes ».*

Options & Bourrage (variable)

Diverses options peuvent être incluses dans l'en-tête par la mise en œuvre de la propriété intellectuelle d'un fournisseur particulier. Si des options sont incluses, l'en-tête doit être complétée par des zéros pour renseigner tous les octets inutilisés de manière à ce que l'en-tête soit un multiple de 32 bits et corresponde au nombre d'octets dans le champ Longueur d'en-tête Internet (IHL).

4.2 Le protocole UDP :

*UDP (**U**ser **D**atagram **P**rotocol) est un protocole de communication alternatif au protocole TCP (Transmission Control Protocol) utilisé principalement pour envoyer des messages courts appelés datagrammes, mais, il s'agit d'un protocole moins fiable et sans pré-connexion. UDP.*

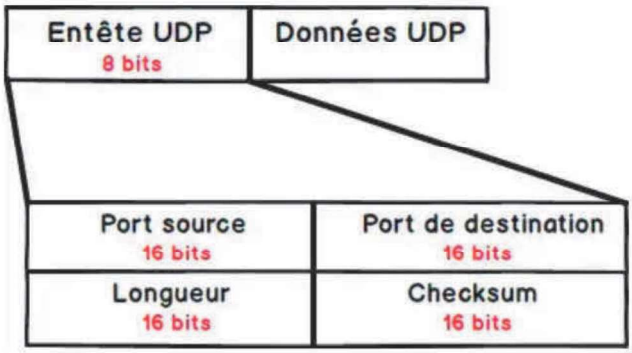


UDP est largement utilisé dans les vidéoconférences et les jeux informatiques en temps réel. Le protocole permet de supprimer des paquets individuels et de recevoir les paquets UDP dans un ordre différent de celui dans lequel ils ont été envoyés, ce qui permet d'obtenir de meilleures performances.

Entête UDP

Chaque message UDP est appelé un paquet utilisateur. L'en-tête UDP est un en-tête simple et fixe de 8 octets, tandis que ***TCP****, il peut varier de 20 octets à 60 octets. Les 8 premiers octets contiennent toutes les informations d'en-tête nécessaires et la partie restante est constituée de données.*

L'en-tête est divisé en quatre champs de 16 bits, comme indiqué ci-dessous :



4.3 Le protocole TCP/IP :

4.3.1 Définition

TCP (Transmission Control Protocol) *: littéralement « le protocole de contrôle de transmission »), ce protocole règle les échanges de paquets de données entre des machines connectées sur internet.*

Dans le protocole TCP/IP :

- *L'émetteur vérifie que le destinataire est prêt à recevoir les données dans de bonnes conditions avant d'envoyer.*
- *L'émetteur prépare les envoie de données, pour cela, il découpe les données en paquets plus petits appelés communément segments et les numérote de manière séquentielle (1, 2, 3, …*
- *Cette numérotation, permet au destinataire de vérifie que chaque paquet est bien arrivé.*

- *En cas de besoin (panne matériel, perte de paquet, destruction d'un paquet….etc.), le destinataire redemande les paquets manquants et les réassemble dans l'ordre avant de les livrer dans la machine.*

Vocabulaire :

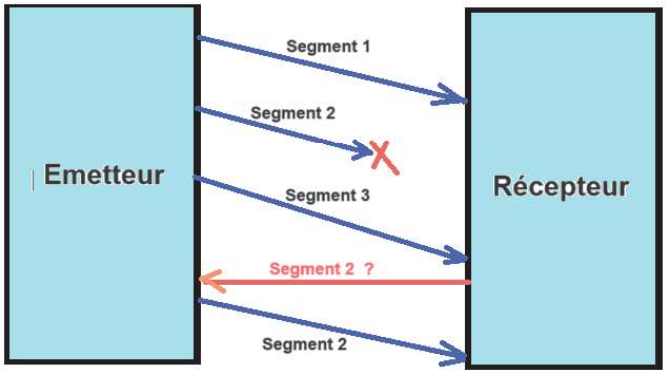
- *Protocole : ensemble des règles qui permettent d'établir une communication entre deux objets connectés sur un réseau.*
- *Paquet : unités élémentaires de l'information qui circule dans un réseau. Il s'agit d'une suite d'octet suffisamment courte (1500 dans les normes) pour pouvoir être transmise sous forme numérique et sans erreur.*

4.3.2 Fiabilité de transmission et garantie temporelle :

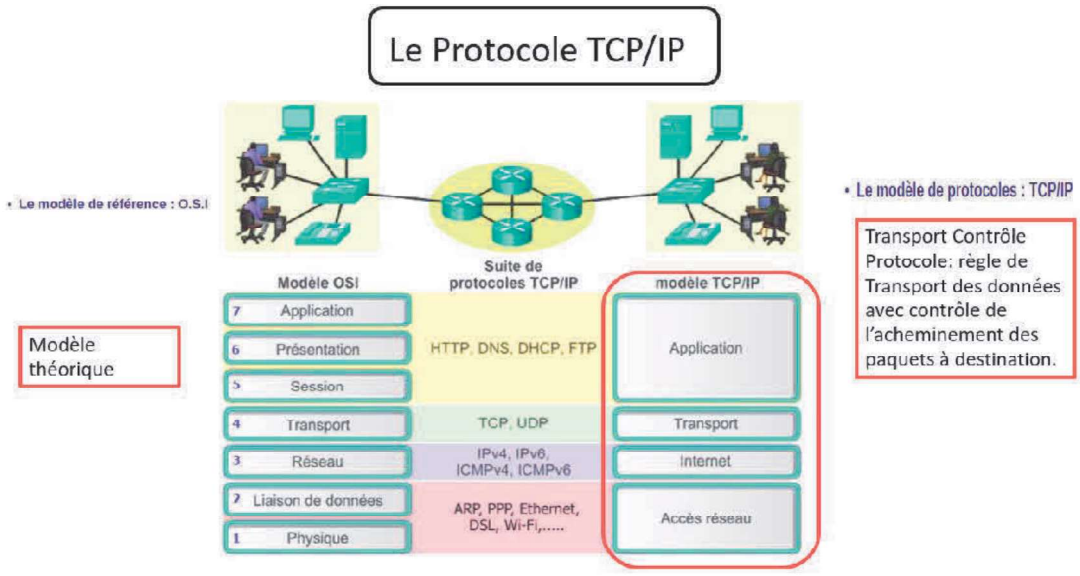
Les protocoles TCP et IP sont complémentaires, la combinaison des deux protocoles conduisent au protocole TCP/IP . Ce dernier assure donc ***l'acheminement*** *et* ***la fiabilité de transmission des données*** *: c'est-à-dire que les paquets arrivent à destination avec éventuellement des retransmissions en cas de problème.*

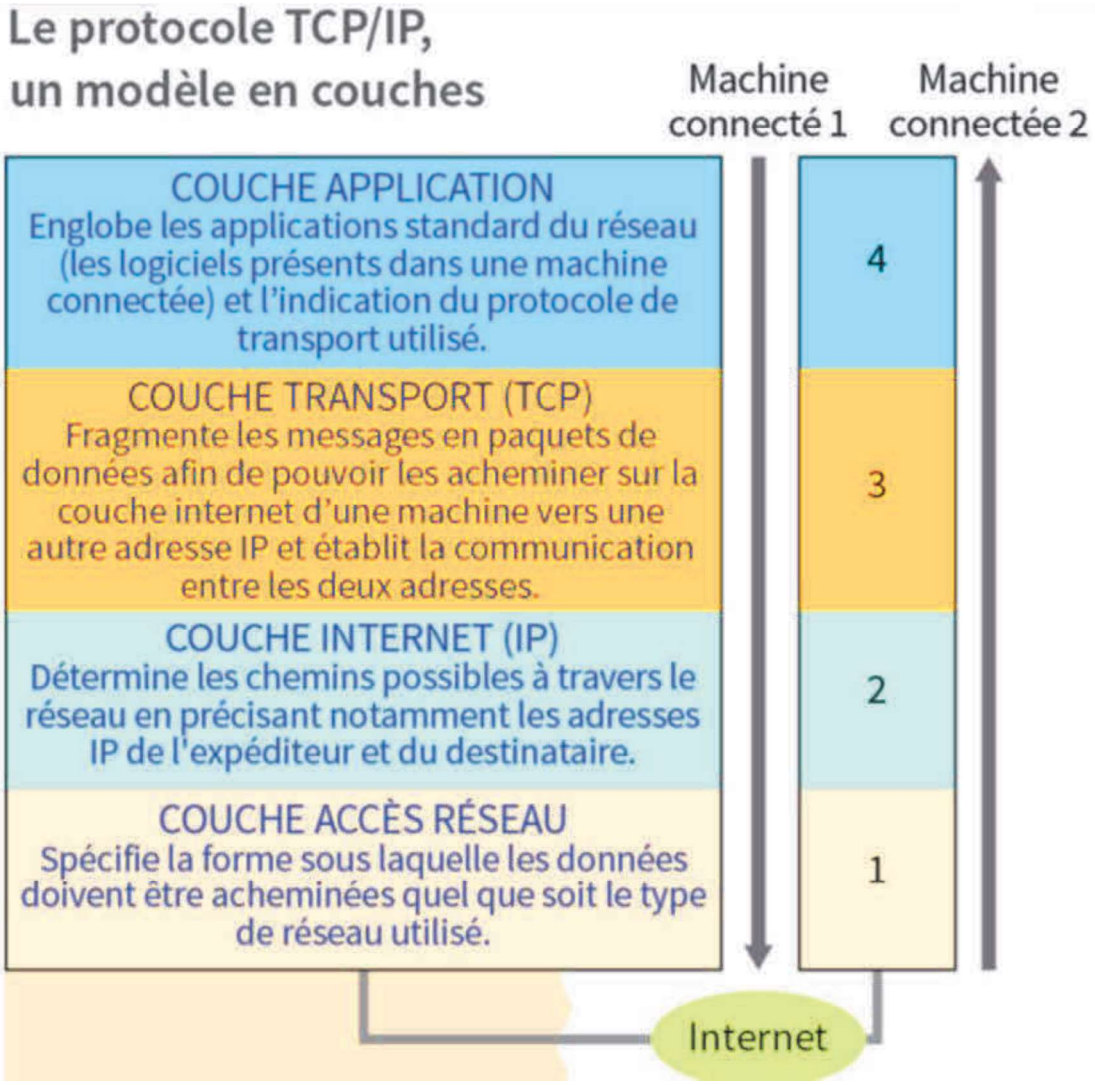
En revanche, ***il n'assure pas la garantie temporelle*** *: le temps que mettra le paquet à arriver à destination est plus au moins long, ce qui peut nuire, par exemple, à la qualité du streaming des vidéos par exemples.*

Illustration :



4.3.3 Couches OSI: (Open Systems Interconnection (OSI) model)





Fin de la partie 1