
Internet

Cours

1. L'informatique repose sur des unités de valeurs

1.1 Données (informatique)

Une donnée est la représentation d'une information dans un programme : soit dans le texte du programme (code source), soit en mémoire durant l'exécution.

Les données peuvent être conservées et classées sous différentes formes : textuelles (chaîne), numériques, images, sons, etc.

1.2 Transmission de données

La **transmission de données** désigne le transport de données, quel que soit le type d'information, d'un endroit vers un autre, par un moyen physique ou numérique.

Dans le vocabulaire informatique, cela signifie l'envoi de flux de bits d'un endroit à un autre en utilisant des technologies, comme le fil de cuivre, la fibre optique, le laser, les ondes radio, ou la lumière infrarouge.

Exemple 1 : L'envoi de données d'un appareil à un autre

Exemple 2 : L'accès à un site web qui implique le transfert de données de serveurs web au navigateur d'un utilisateur.

Les systèmes numériques traitent exclusivement des informations réduites en bits.

Un **bit** est la quantité minimale d'information transmise par un message, et constitue à ce titre l'unité de mesure de base de l'information en informatique. Il ne peut prendre que deux valeurs, désignées le plus souvent par les chiffres 0 et 1.

Les unités informatiques

Bit

Bit (abrégé « b ») vient de l'anglais et se compose des mots « binary digit ». Un bit est un donc un nombre binaire et peut adopter 2 valeurs « 0 » ou « 1 ».

Byte

Byte (abrégé « B ») est utilisé plus souvent que bit dans l'usage courant d'une langue. Un byte est normalement composé de 8 bits.

Octet

Un « octet » (abrégé « o ») est toujours composé d'exactly 8 bits.

8 bits = 1 byte = 1 octet

Usage

Normalement, les capacités de sauvegarde (par ex. disque dur) sont mesurées en bytes (octets) et la vitesse de transfert des données (par ex. connexion Internet) en bits.

Abréviation et symbole

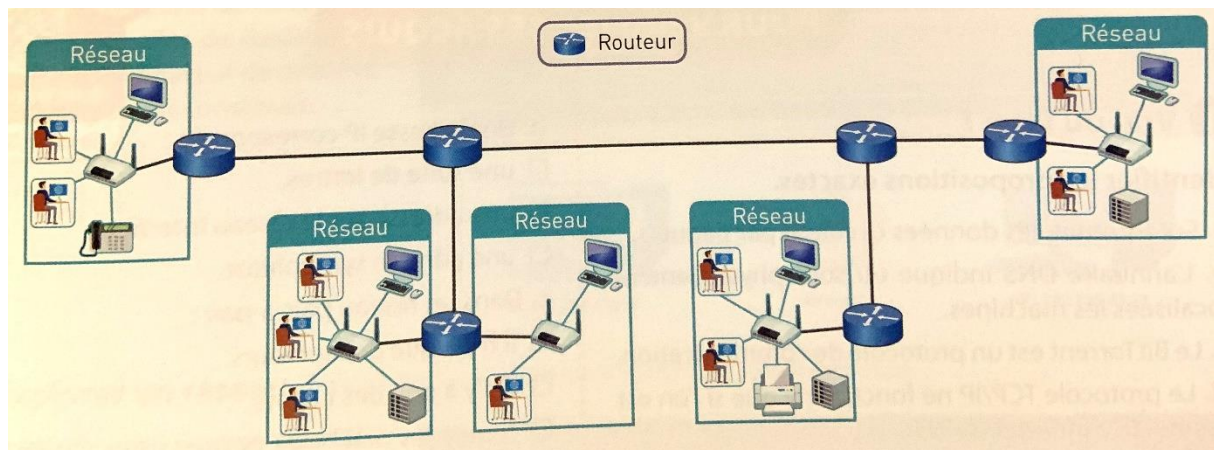
Unité	Notation	Valeur
bit	bit	1 bit
kilobit	kbit ou kb	10^3 bits
mégabit	Mbit ou Mb	10^6 bits
gigabit	Gbit ou Gb	10^9 bits
térabit	Tbit ou Tb	10^{12} bits

Unité	Notation	Valeur
byte	B	1 byte
kilobyte	kb	10^3 bytes
mégabyte	MB	10^6 bytes
gigabyte	GB	10^9 bytes
térabyte	TB	10^{12} bytes

2. Définition d'Internet

Internet est un **réseau** de réseaux de machines dans lequel circulent les données. Les machines échangent des informations à l'aide de requêtes. Un ordinateur qui émet une requête est appelée un **client**, celui qui est répond un **serveur**. Leurs liens peuvent être filaires ou non.

Internet : un réseau de réseau



3. Indépendance d'internet par rapport aux réseaux physiques

Les ordinateurs sont reliés entre eux par divers liens qui peuvent être filaires (fibre optique, ADSL, etc) ou sans fil (**Wifi**, Bluetooth).

Internet est indépendant du réseau physique grâce à des **protocoles de communication** qui permettent de passer d'un type de connexion à un autre pour assurer la continuité des communications.

Exemple : un smartphone peut se connecter à Internet en passant du Wifi d'une box à la **4G** d'une antenne.

4. Un réseau local

Un réseau local, en anglais Local Area Network ou LAN, est un réseau informatique où les terminaux qui y participent (ordinateurs, etc.) s'envoient des informations sans utiliser l'accès à internet.

Une autre approche consiste à définir le réseau local par sa taille physique. C'est généralement un réseau à une échelle géographique relativement restreinte, par exemple une salle informatique, une habitation particulière, un bâtiment ou un site d'entreprise.

5. Un réseau étendu

Un réseau étendu, souvent désigné par son acronyme anglais WAN (wide area network), est un réseau informatique couvrant une grande zone géographique, typiquement à l'échelle d'un pays, d'un continent, ou de la planète entière. Le plus grand WAN est le réseau Internet.

6. Les équipements d'interconnexion de réseau informatique

L'interconnexion des réseaux c'est la possibilité de faire dialoguer plusieurs sous réseaux initialement isolés, par l'intermédiaire de périphériques spécifiques (Concentrateur, Routeur, etc...), ils servent aussi à interconnecter les ordinateurs d'une organisation, d'un campus, d'un établissement scolaire, d'une entreprise. Il est parfois indispensable de les relier.

6.1 Commutateur



Un switch est une sorte de « multiprise intelligente » qui permet de relier entre eux tous les ordinateurs appartenant à un même réseau. Pour ce faire, un switch est composé d'un nombre plus ou moins important de prises.

6.2 Routeur

Un routeur permet de relier ensemble plusieurs réseaux, il est composé d'un nombre plus ou moins important d'interfaces réseau (cartes réseau). Les routeurs les plus simples que l'on puisse rencontrer permettent de relier ensemble deux réseaux (il possède alors 2 interfaces réseau), mais il existe des routeurs capables de relier ensemble une dizaine de réseaux.

Une box est à la fois un routeur, un fournisseur d'accès (FAI) et un modem (WiFi) échangeant des paquets entre le réseau local et le réseau public.

Le réseau local correspond à plusieurs ordinateurs ou appareils reliés à la même box.

Le réseau public est situé à l'extérieur de la box et du réseau local.

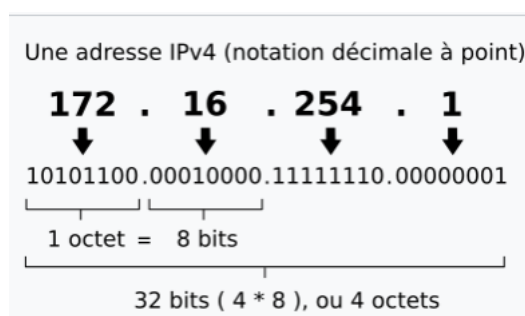
7. La circulation des données sur Internet

7.1 Une adresse IP

Une **adresse IP** (*Internet Protocol*) est un numéro d'identification unique attribué de façon permanente ou provisoire à chaque périphérique faisant partie d'un même réseau informatique utilisant l'Internet Protocol. L'adresse IP est à l'origine du système d'acheminement (le routage) des paquets de données sur Internet.

Il existe deux grandes versions d'adresses IP : la version 4 (IPv4) codée sur 32 bits, et la version 6 (IPv6) codée sur 128 bits.

La version 4 est généralement représentée en notation décimale avec quatre nombres compris entre 0 et 255, séparés par des points, ce qui donne par exemple « 181.174.87.53 ».



7.2 Les paquets

Les données sont découpées en **paquets** de **bits**. Des machines appelées **routeurs** guident ces paquets à travers le réseau jusqu'à leur destinataire où ils sont rassemblés. Lorsqu'un routeur reçoit un paquet, il lit l'adresse où il doit être envoyé et détermine ainsi le routeur auquel il doit passer le paquet pour qu'il arrive à bon port. Plusieurs chemins sont généralement possibles à travers les multiples liens d'un réseau et le routeur

détermine le meilleur en fonction de l'encombrement du réseau ou encore des pannes éventuelles.

7.3 Les protocoles IP et TCP

Ces transferts de données peuvent se faire sans erreur grâce à des protocoles de communication, c'est-à-dire des règles d'adressage, de transport et de contrôle d'intégrité des paquets. À chaque paquet qui circule sur Internet sont ajoutés des **en-têtes** (**IP** et **TCP**), c'est-à-dire des données supplémentaires correspondant à ces protocoles de communication.

Transmission Control Protocol (littéralement, « protocole de contrôle de transmissions »), abrégé **TCP**, est un protocole de transport fiable.

8. Par quel moyen physique transite principalement Internet ?

Internet transite principalement par des moyens physiques suivants :

1. **Fibres optiques** : Les fibres optiques sont les principaux moyens de transmission de données pour Internet. Elles utilisent des impulsions lumineuses pour transmettre les données à travers des câbles en fibre de verre ou en fibre de plastique. Les fibres optiques offrent une bande passante élevée et une grande rapidité de transmission.
2. **Câbles sous-marins** : Les câbles sous-marins sont des câbles en fibre optique qui relient les continents et les pays à travers les océans. Ils permettent la transmission de données à grande distance et jouent un rôle crucial dans l'infrastructure de l'Internet mondial.
3. **Câbles terrestres** : Les câbles terrestres sont des câbles en fibre optique ou en cuivre qui relient les villes, les régions et les pays à travers les continents. Ils permettent la transmission de données à moyenne et longue distance.
4. **Ondes** (ondes radioélectriques) : Les ondes radioélectriques sont utilisées pour la transmission de données sans fil, notamment pour les réseaux Wi-Fi, les téléphones mobiles et les satellites.

Il est à noter que les moyens physiques de transmission de données évoluent constamment, et de nouvelles technologies comme les réseaux à base de lumière visible (Li-Fi) ou les réseaux sans fil de nouvelle génération (5G) sont en développement.

Selon les dernières estimations, environ 99% du trafic international de données transite par des câbles sous-marins. Les câbles sous-marins sont les principaux moyens de transmission de données entre les continents et les pays, et ils jouent un rôle crucial dans l'infrastructure de l'Internet mondial.

Les 1% restants sont principalement transmis par les satellites de communication, qui sont utilisés pour les régions les plus reculées ou les zones où les câbles sous-marins ne sont pas accessibles.

Différents types de réseaux

Nom	Lignes téléphoniques RCT	Wifi	Bluetooth	ADSL	Fibre optique	4G	Satellite	Lifi
Date d'apparition	1998	1999	1999	1999	2005	2008	2011	2016
Type de liaison - équipement	Filaire Modem	Sans fil	Sans fil	Filaire Box ADSL	Filaire Box fibre	Sans fil	Sans fil	Sans fil
Nature du signal	Electrique	Ondes radio	Ondes radio	Electrique	Lumière	Ondes radio	Ondes radio	Lumière
Portée de la communication	-	100 m	10 m	-	-	-	-	10 m
Débit théorique de la transmission	56 Kbit/s	54 Mbit/s	1 Mbit/s	25 Mbit/s	100 Mbit/s	25 Mbit/s	20 Mbit/s	10 Gbit/s

La 5G propose un débit théorique de 2 Gb/s (environ).

Aujourd'hui, en France, le meilleur débit en fibre optique offert par un opérateur est de 8 Gb/s.

Le Li-Fi (ou Light Fidelity) est une technologie de communication sans fil reposant sur l'utilisation de la lumière visible, mais aussi sur la lumière infrarouge (non visible par l'œil humain).

Et Ethernet ?

Ethernet est un protocole de communication qui définit les règles et les normes pour les réseaux locaux (LAN). Il est largement utilisé pour connecter des appareils comme des ordinateurs, des imprimantes, et des routeurs au sein d'un réseau local.

9. Le modèle TCP/IP

Le modèle **TCP/IP** est un ensemble de règles qui permettent aux ordinateurs et appareils de se connecter et de communiquer entre eux sur un réseau, comme Internet. Il organise cette communication en plusieurs **couches**, chacune ayant un rôle spécifique.

Les quatre couches du modèle TCP/IP :

1. Couche Application :

- C'est la couche où les applications (comme un navigateur web ou un client de messagerie) interagissent avec le réseau.

2. Couche Transport :

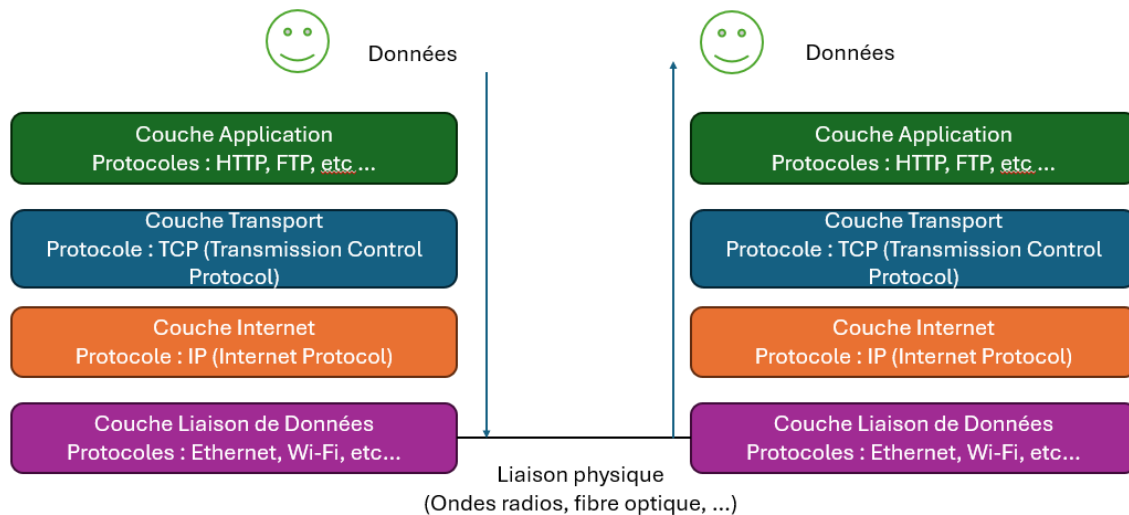
- Cette couche s'occupe de diviser les données en petits morceaux appelés paquets et de les envoyer correctement à l'autre ordinateur.
- Elle garantit que les paquets arrivent en bon état et dans le bon ordre, même si certains doivent être renvoyés.

3. Couche Internet :

- Elle est chargée d'ajouter les adresses IP aux paquets pour indiquer leur destination, un peu comme une adresse sur une enveloppe.
- Elle décide aussi du chemin que les paquets doivent prendre pour arriver à destination.

4. Couche Accès Réseau (ou Liaison de Données) :

- C'est la couche qui gère le passage des paquets sur le réseau physique, que ce soit un câble Ethernet, le Wi-Fi, etc.
- Elle s'assure que les données sont bien envoyées et reçues sur le réseau local.

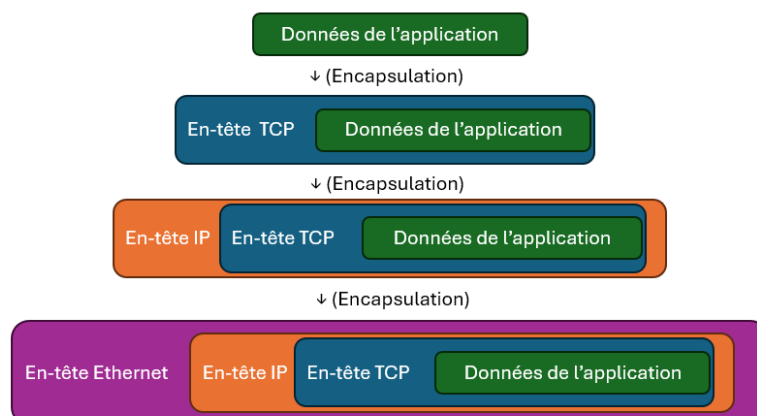


10. Encapsulation des données

L'encapsulation permet de structurer les données en ajoutant des en-têtes (headers) à chaque niveau du modèle TCP/IP. Ces en-têtes contiennent des informations essentielles pour chaque couche :

- **Couche Application** : Contient les données de l'application.
- **Couche Transport** : Ajoute des informations pour assurer la transmission correcte des données.
- **Couche Internet** : Ajoute des informations d'adressage (adresse IP source et destination) pour router les données à travers le réseau.
- **Couche Liaison** : Ajoute des informations spécifiques au réseau local pour transmettre les données à travers le réseau physique (comme les adresses MAC).

Exemple d'encapsulation des données



Chaque couche ajoute ses propres informations d'en-tête avant de transmettre les données à la couche inférieure. À l'arrivée à destination, chaque couche décapsule les données en enlevant les informations ajoutées par les couches supérieures, jusqu'à ce que les données originales de l'application soient récupérées.

Les en-têtes TCP/IP et leur rôle

En-tête IP (Internet Protocol)	En-tête TCP (Transmission Control Protocol)
<ul style="list-style-type: none">▪ Indique les adresses IP (quatre nombres entre 0 et 255) de l'émetteur et du récepteur.▪ S'assure que les paquets soient expédiés au bon endroit par les routeurs.	<ul style="list-style-type: none">▪ Transport des données : contient le numéro du paquet qui permettra de l'assembler avec les autres dans le bon ordre.▪ Intégrité des données : vérifie que les données ne sont pas altérées pendant leur circulation dans le réseau.

11. L'annuaire d'Internet

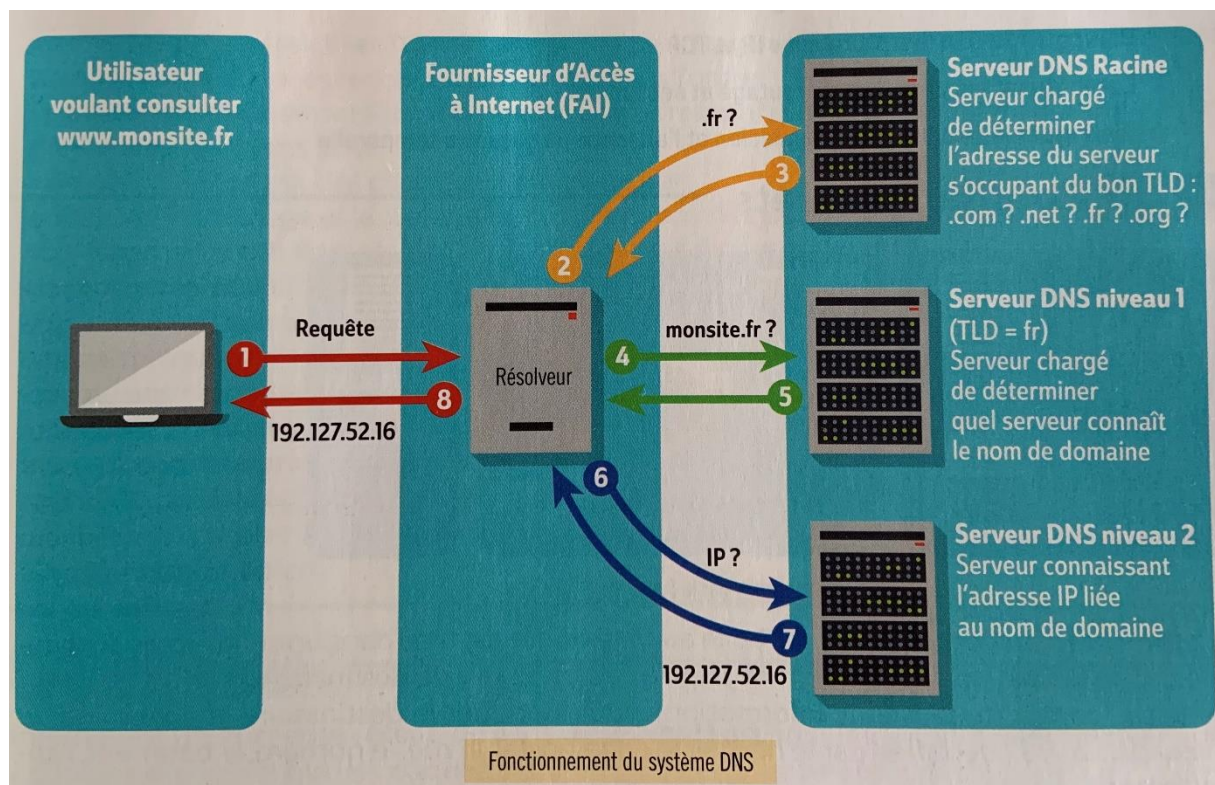
11.1 L'annuaire DNS (Domain Name System)

On associe aux adresses IP des adresses symboliques qui sont des cours textes plus simples à retenir. La correspondance entre adresse IP et adresses symbolique est réalisée par l'annuaire DNS.

Exemple : example.com correspond à l'IP 93.184.215.14

11.2 Les serveurs DNS

L'annuaire DNS est réparti sur plusieurs machines car une seule ne pourrait pas connaître les milliards d'adresses d'Internet. Elles communiquent entre elles, les unes lançant des requêtes, les autres y répondant pour déterminer l'adresse IP de la machine où se trouve la page Web requise.



Lorsqu'un utilisateur souhaite consulter un site en ligne, son navigateur procède à une **résolution de nom de domaine**. Il interroge l'autres ordinateurs pour obtenir l'adresse IP correspondant à l'URL recherchée.

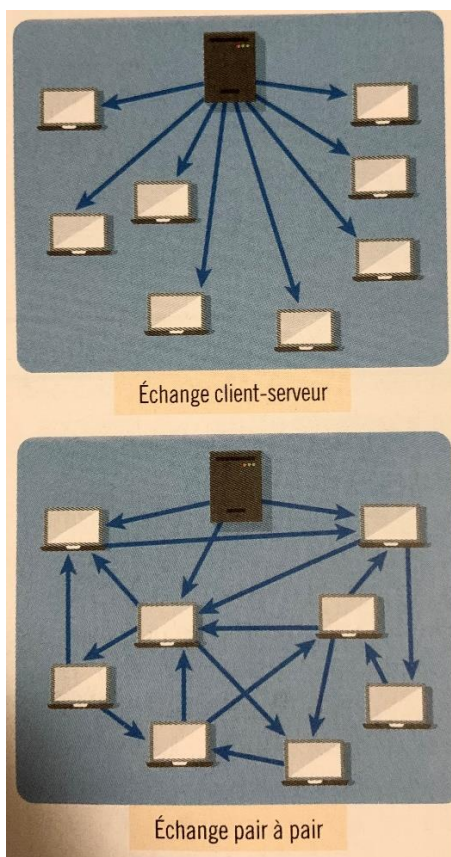
- Une **requête (1)** est envoyée à ce que l'on nomme un **résolveur DNS**. Le résolveur interroge chaque serveur successivement, sur les différentes parties de l'URL que l'utilisateur souhaite.
- **(2)(3) Le serveur DNS racine** fournit l'adresse du serveur DNS s'occupant de la bonne extension (*top-level domain* en anglais, abrégé en TLD). Les noms de domaine peuvent en effet avoir différents TLD, par exemple « .com », « .net », « .fr ».

- **Le serveur DNS de niveau 1**, correspondant au bon TLD, connaît l'adresse du serveur DNS de niveau 2, qui est capable de fournir l'IP liée au nom de domaine.
- **(6)(7) Le serveur DNS de niveau 2**, détient la liste des noms de domaine et de leur adresses IP, en fonction du TLD. Ce serveur fournit au résolveur la bonne adresse IP.
- **(8)** Le résolveur transmet à l'ordinateur l'adresse IP. L'ordinateur connaît maintenant l'IP du serveur où se trouve la page www.monsite.fr et le contacte pour obtenir la page demandée.

12. Les réseaux pair-à-pair

12.1 Définition

Les ordinateurs d'un réseau **pair-à-pair** (P2P) ont une spécificité : ils sont à la fois client et serveur et peuvent donc tous demander ou envoyer des informations. Ceci accélère les échanges de données et évite l'engorgement du réseau. Il existe plusieurs protocoles comme le BitTorrent. Il permet à des ordinateurs en réseau d'échanger des fichiers par bloc. Ils peuvent à la fois les recevoir – ils sont alors clients – et/ou les émettre – ils sont alors serveurs. Lorsqu'un ordinateur reçoit un bloc, il en devient automatiquement distributeur.



12.2 Usage

L'un des usages les plus courants du pair-à-pair est l'échange, parfois illégal, de fichiers de musique, de vidéos, de jeux, etc ... Certains gouvernements ont décidé de lutter contre ce phénomène, comme avec l'arcom en France. Mais le pair-à-pair a aussi des usages légaux.

Exemple : on peut créer un réseau social dont les informations ne sont pas centralisées par une grande entreprise mais dispersé sur tous les ordinateurs du réseau.

Pour qu'un réseau pair-à-pair fonctionne, il faut que chaque internaute installe sur son ordinateur un logiciel qui lui permette :

- De se connecter au réseau ;
- D'être doté d'un protocole du réseau approprié pour spécifier comment et selon quel format les ordinateurs s'échangent des informations ;
- De savoir qui possède tel ou tel fichier ;
- De contrôler le transfert des données.

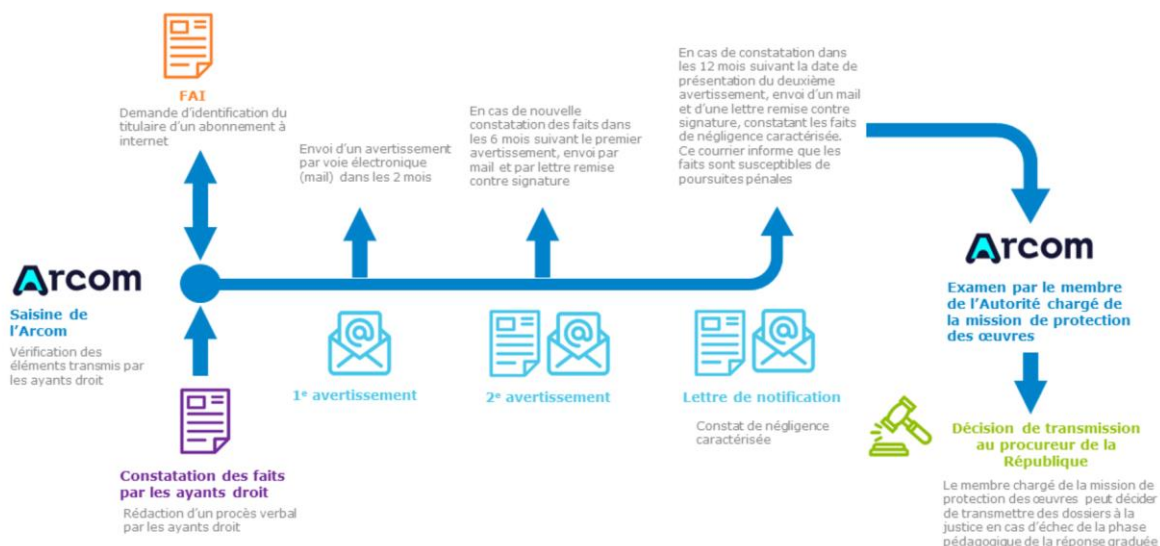
Ce fonctionnement permet d'éviter une surcharge d'un serveur et la rapidité de téléchargement augmente avec le nombre d'internautes demandeurs.

12.3 L'Autorité de régulation française

L'Autorité de régulation de la communication audiovisuelle et numérique ou **Arcom** est une autorité publique indépendante française. Elle est chargée de garantir la liberté de communication et le respect des lois dans le secteur audiovisuel. Parmi ses missions, l'on retrouve **la lutte contre le piratage**.

La réponse graduée

La réponse graduée est un dispositif visant à assurer le respect du droit d'auteur sur internet, d'abord par l'envoi d'avertissements et, en cas d'échec, par la transmission à l'autorité judiciaire du dossier révélant des faits de nature à caractériser une infraction.



13. La neutralité du net

On parle aussi de neutralité des réseaux ou encore d'internet ouvert. Son principe est de garantir l'égalité de traitement et d'acheminement de tous les flux d'information sur internet, quel que soit leur émetteur ou leur destinataire.

La neutralité du net est l'un des principes fondateurs d'internet, qui exclut la création d'accès à internet « à plusieurs vitesses », par une gestion favorisant certains flux d'information au détriment d'autres (discrimination), ou la création d'accès à internet limités (à certains contenus ou certaines plateformes).

Depuis 2016, le droit européen protège la neutralité du net, en reconnaissant dans son règlement sur l'internet ouvert :

- **Le droit des utilisateurs** « d'accéder aux informations et aux contenus et de les diffuser, d'utiliser et de fournir des applications et des services et d'utiliser les équipements terminaux de leur choix, quel que soit le lieu où se trouve l'utilisateur final ou le fournisseur, et quels que soient le lieu, l'origine ou la destination de l'information, du contenu, de l'application ou du service, par l'intermédiaire de leur service d'accès à l'internet ».
- **Le devoir des fournisseurs d'accès internet** de traiter « tout le trafic de façon égale et sans discrimination, restriction ou interférence, quels que soient l'expéditeur et le destinataire, les contenus consultés ou diffusés, les applications ou les services utilisés ou fournis ou les équipements terminaux utilisés »

En France, c'est l'Arcep qui est chargée de veiller au respect de la neutralité du net.

ARCEP : Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse. C'est une autorité administrative indépendante française (indépendante du pouvoir exécutif) chargée de réguler les communications électroniques et postales et la distribution de la presse.

Vocabulaire

Clients : programme envoyant une requête et, par extension, ordinateur sur lequel se trouve ce programme.

DNS : annuaire faisant la correspondance entre adresses symbolique et IP.

Internet : réseau de réseaux interconnecté de machines.

IP :

- Protocole assurant l'envoi des paquets aux bonnes adresses
- Adresse d'une machine sur le réseau internet

Pair à pair : protocole de communication entre des machines en réseau qui sont à la fois clients et serveurs.

Paquet : unité de données.

Protocole de communication : ensemble de règles qui régissent les échanges de données.

Requête : demande d'information d'un client à un serveur.

Réseau informatique : ensemble de machines connectées entre elles.

Routeur : machine transmettant les données sur internet pour qu'elles atteignent leur destination.

Serveur : programme répondant à une requête et par extension, ordinateur sur lequel se trouve ce programme.

TCP : protocole assurant le transport et l'intégrité des paquets.