

Thème Internet : les compléments au livre.

Introduction : quelques repères chronologiques.

→ Voir cahier de SNT p4 et 12 pour les repères chronologiques

Le réseau internet permet l'interconnexion de machines réparties dans le monde, de manière que chacune puisse communiquer avec toutes les autres. La communication est possible grâce à des protocoles de communication.

1. Le protocole TCP/IP : paquets et routage des paquets.

- Protocole TCP : *Transmission Control Protocol* (gestion des paquets / fiabilise la transmission des données).
 - Protocole IP : *Internet Protocol* (routage des paquets).

Autres notions : dans le livre p8 (routage, protocoles TCP/IP et spécificités).

Complément : les adresses IP (IPv4 et IPv6).

* Chaque machine connectée à Internet est identifiée sur le réseau grâce à son adresse IP qui est unique.

* Les plus simples se composent de quatre nombres compris entre 0 et 255 (protocole IPv4). C'est une notation décimale. Ex. 192.168.124.33

* Cela représente donc $256 \times 256 \times 256 \times 256$ soit 4 294 967 296 (soit 2^{32}) adresses possibles sur Internet.

Protocole IPV6 (à partir de 1999)

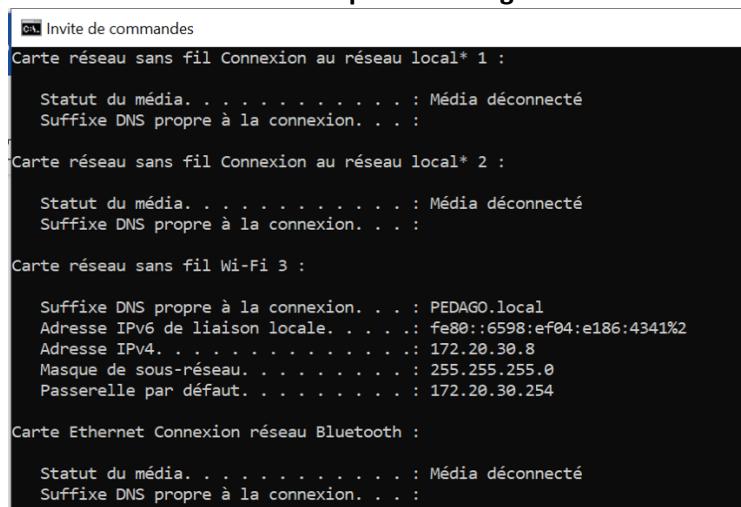
- Il permet de coder un nombre beaucoup plus important d'adresses (340 milliards de milliards de milliards soit $3,4 \cdot 10^{38}$ adresses) ;
 - Il utilise une notation hexadécimale dans laquelle les lettres A, B, C, D, E et F sont des chiffres en plus des habituels 0 à 9 du système décimal.

Exemple d'adresse IPV6 :

- Forme réduite fe80:224:1ff:fee7:7ecc
 - Forme complète fe80:0000:0000:0000:0224:01ff:fee7:7ecc

Comment trouver l'adresse IP des PC : entrer dans « l'invite de commande » disponible dans Windows et taper la commande « ipconfig » (ou ipconfig/all pour avoir plus d'informations).

Un exemple d'IPconfig



L'adresse IP sert à localiser un appareil dans un réseau. En revanche, l'adresse MAC (Media Access Control) identifie dans un réseau de manière unique un appareil (et ce quel que soit le réseau auquel il est connecté).

→ Activité Filius et simulation de réseau : voir correction en classe.

2. Adresses symboliques et serveurs DNS.

- **DNS (Domain Name System).** Transforme l'adresse symbolique en adresse numérique. Voir p16.

Pour trouver les adresses IP de sites Web : faire un ping associé au nom du site (sans www). Un ping monlycee.net vous fournira par exemple l'adresse IP 146.59.189.19. Si vous tapez ensuite cette adresse IP dans la barre d'adresse du navigateur, vous demandez alors monlycee.net.

Un ping permet d'ailleurs d'envoyer des paquets vers le site demandé (ici 8.8.8.8, un serveur DNS de Google).

Ping vers 8.8.8.8

```
Envoi d'une requête 'Ping' 8.8.8.8 avec 32 octets de données :  
Réponse de 8.8.8.8 : octets=32 temps=2 ms TTL=115  
Réponse de 8.8.8.8 : octets=32 temps=636 ms TTL=115  
Réponse de 8.8.8.8 : octets=32 temps=623 ms TTL=115  
Réponse de 8.8.8.8 : octets=32 temps=614 ms TTL=115  
  
Statistiques Ping pour 8.8.8.8:  
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),  
Durée approximative des boucles en millisecondes :  
    Minimum = 2ms, Maximum = 636ms, Moyenne = 468ms
```

On peut suivre le routage des paquets avec la commande tracert (traceroute sur Filius).

Tracert vers 8.8.8.8

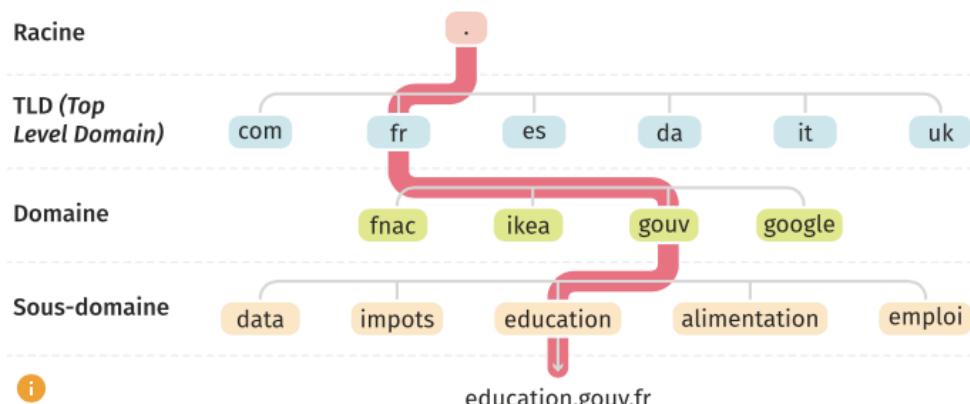
```
Détermination de l'itinéraire vers dns.google [8.8.8.8]  
avec un maximum de 30 sauts :  
  
 1  2 ms   1 ms   1 ms  172.20.30.254  
 2  1 ms   1 ms   4 ms  10.0.0.1  
 3  2 ms   1 ms   1 ms  194.167.170.17  
 4  3 ms   1 ms   2 ms  193.49.65.1  
 5  4 ms   2 ms   2 ms  v1402-te0-0-0-3-ren-nr-cachan-rtr-091.noc.renater.fr [193.51.181.186]  
 6  4 ms   2 ms   3 ms  te-0-1-0-15-ren-nr-jussieu-rtr-091.noc.renater.fr [193.55.204.166]  
 7  6 ms  14 ms   4 ms  xe-0-0-13-paris2-rtr-131.noc.renater.fr [193.51.180.106]  
 8  4 ms   3 ms  12 ms  hu-0-4-0-0-ren-paris2-rtr-091.noc.renater.fr [193.55.204.223]  
 9  4 ms   3 ms   3 ms  72.14.214.160  
10 11 ms   3 ms   3 ms  108.170.244.193  
11  4 ms   3 ms   3 ms  142.251.64.125  
12  3 ms   3 ms   3 ms  dns.google [8.8.8.8]  
  
Itinéraire déterminé.
```

Décomposition d'une adresse Web (organisation hiérarchique du DNS) :

La structure d'une adresse symbolique

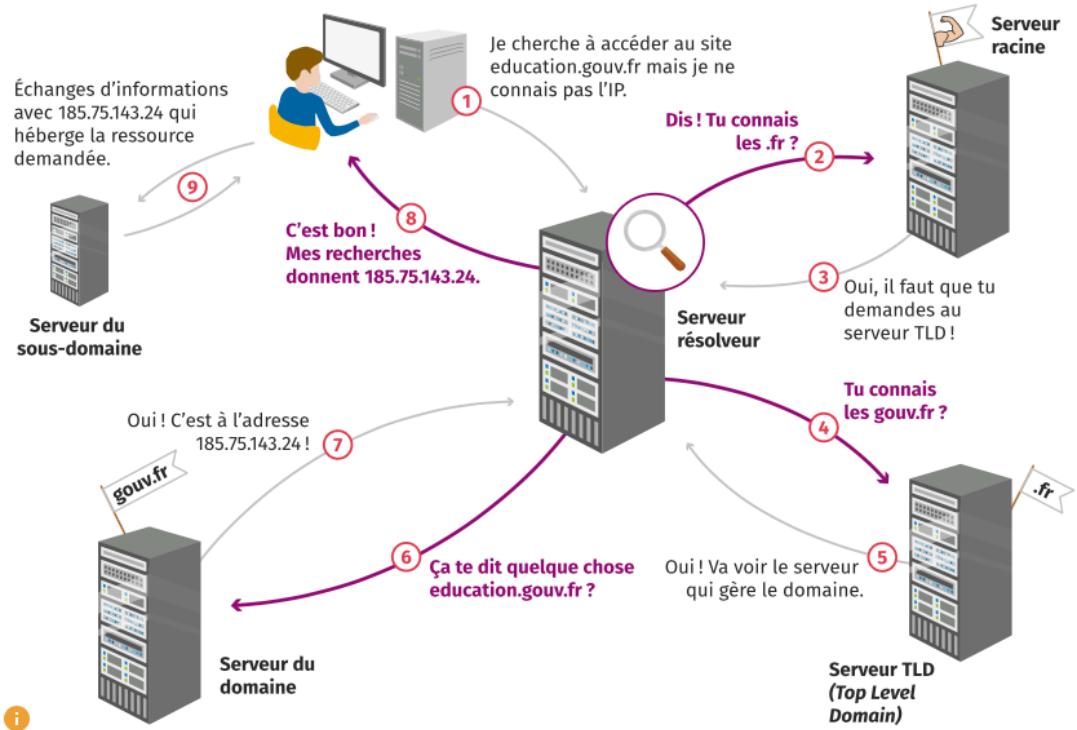
D'après SNT 2^{nde} Le Livre Scolaire 2021

Une adresse symbolique est lue de droite à gauche par le DNS. Voici la lecture effectuée pour l'adresse symbolique education.gouv.fr.



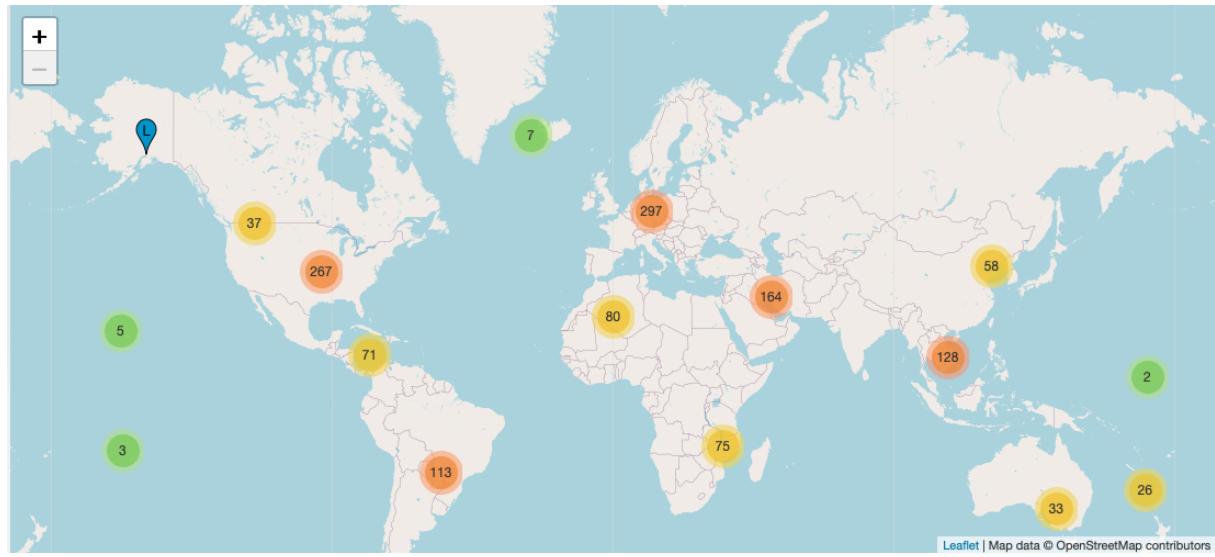
Fonctionnement d'un DNS

D'après SNT 2^{nde} Le Livre Scolaire 2021



Une adresse IP est difficile à retenir : elle est donc associée à une adresse symbolique plus facile à mémoriser. La correspondance entre adresse IP et adresse symbolique est enregistrée dans un annuaire, le DNS (Domain Name System). L'annuaire DNS est réparti sur plusieurs serveurs. Ils communiquent entre eux pour déterminer l'adresse IP du serveur où se trouve la page Web demandée.

Localisation actuelle des serveurs racine.



Il existe 13 identités de serveurs (identifiés A à M). Il existe de nombreux sites hébergeant un serveur racine (voir carte).

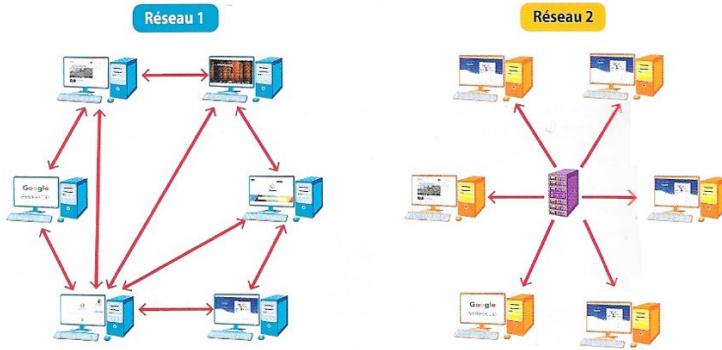
3. Les réseaux pair-à-pair (ou peer-to-peer ou P2P) :

Principe : échange et partage entre internautes de fichiers de données. Voir p16.

Les machines client serveur

Dans un réseau **pair-à-pair** (de l'anglais *peer-to-peer* ou P2P), une machine est à la fois client et serveur. Elle peut envoyer des requêtes à d'autres machines comme elle peut y répondre. Pour cela, chaque machine est équipée d'un logiciel qui applique un protocole d'échange de données pair-à-pair avec d'autres machines munies du même protocole, formant ainsi un réseau pair-à-pair.

Le **Réseau 1** est pair-à-pair : chaque machine envoie et répond à des requêtes : elles sont donc à la fois client et serveur. Le **Réseau 2** n'est pas pair-à-pair. Seule la machine centrale répond aux requêtes envoyées par les machines clients autour d'elle.



D'après SNT Delagrave 2019

Tableau avantages et inconvénients.

	Système client – serveur (réseau 2)	P2P (réseau 1)
Avantages	Ressources centralisées Réseau évolutif Sécurité assez bonne (uniquement des échanges entre serveur et client)	Les ordinateurs peuvent fournir aux autres ordinateurs des « bouts de fichiers » déjà possédés. Architecture plus résistante aux pannes. Diminution de l'utilisation de la bande passante. Coût moins élevé.
Inconvénients	Le serveur supporte toute la charge du réseau ainsi que la sécurité. Entretien du réseau couteux. Encombrement suite à l'augmentation de la bande passante	Pas de centralisation des données. Moindre sécurité suite à de nombreuses connexions.

Bande passante = volume d'infos qui passent d'un point à un autre. En bit/s ou Mbit/s

Des usages du P2P.

Le calcul partagé.

D'après SNT Nathan 2019

Certaines recherches scientifiques nécessitent des puissances de calcul considérables qui ne pourraient être satisfaites que par des supercalculateurs, très coûteux et rares. La difficulté peut être contournée ainsi : on répartit les calculs sur un nombre virtuellement infini d'ordinateurs en répartissant les charges du calcul sur chacun d'entre eux et en organisant de façon automatique la collecte des résultats.

De cette manière, le projet Folding@home, réalisé par des chercheurs de l'université de Stanford, a permis l'étude du repliement des protéines (folding), des repliements anormaux, de l'agrégation des protéines et des maladies qui y sont liées.

Une multitude d'utilisations du P2P.

D'après SNT Nathan 2019

De nos jours, certains services de streaming (multimédias, vidéos ou musique) fonctionnent en P2P. De nombreux jeux en réseau, des services de téléphonie sur IP (VoIP) comme Skype ou des services de vente aux enchères exploitent ce mode de fonctionnement. Enfin les blockchains, sur lesquelles sont basées les monnaies virtuelles comme le bitcoin se développent de la même manière.

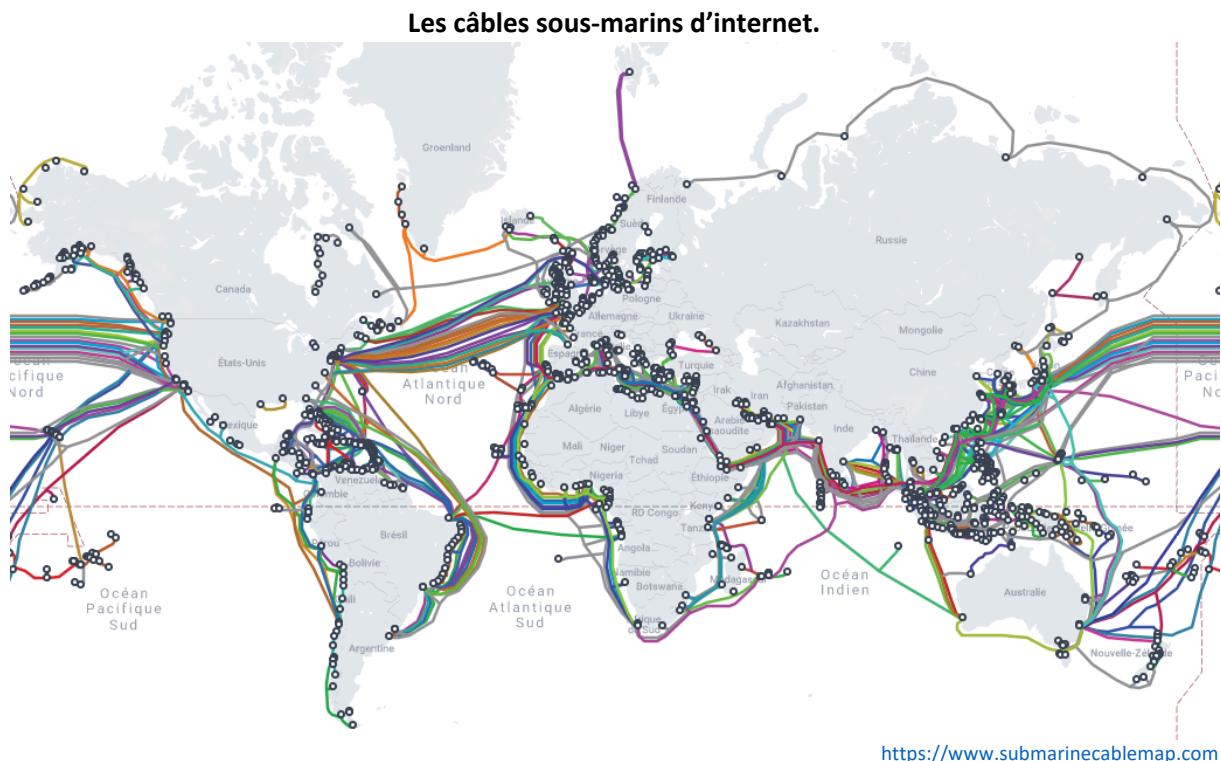
Le P2P est aussi malheureusement grandement utilisé pour des échanges de fichiers piratés (logiciels, blu-ray, musique), souvent illégaux voire avec des contenus condamnables. On peut ainsi héberger des fichiers interdits à son insu qui seront ensuite dispersés avec sa propre adresse IP.

Les ordinateurs d'un réseau pair-à-pair sont à la fois clients et serveurs, ce qui accélère les échanges de données et évite l'engorgement du réseau. Le pair-à-pair a à la fois des usages légaux et illégaux.

4. Le réseau physique d'internet.

Pour que des machines communiquent ensemble, il faut une liaison physique entre elles : elle peut être filaire (câble) ou hertzienne (ondes radio). Voir p8.

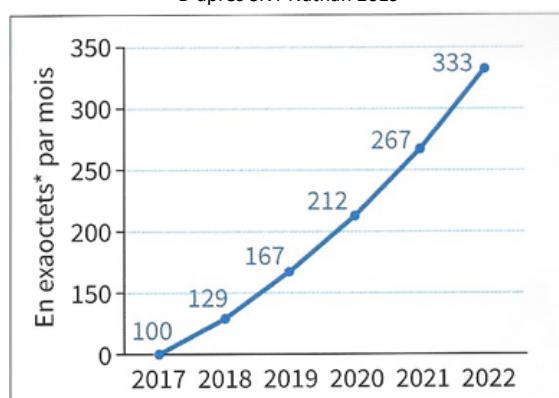
Le transit entre continents se fait par les câbles sous-marins d'Internet.



Le trafic sur internet :

Prospective sur la croissance du volume de données échangées dans le monde.

D'après SNT Nathan 2019



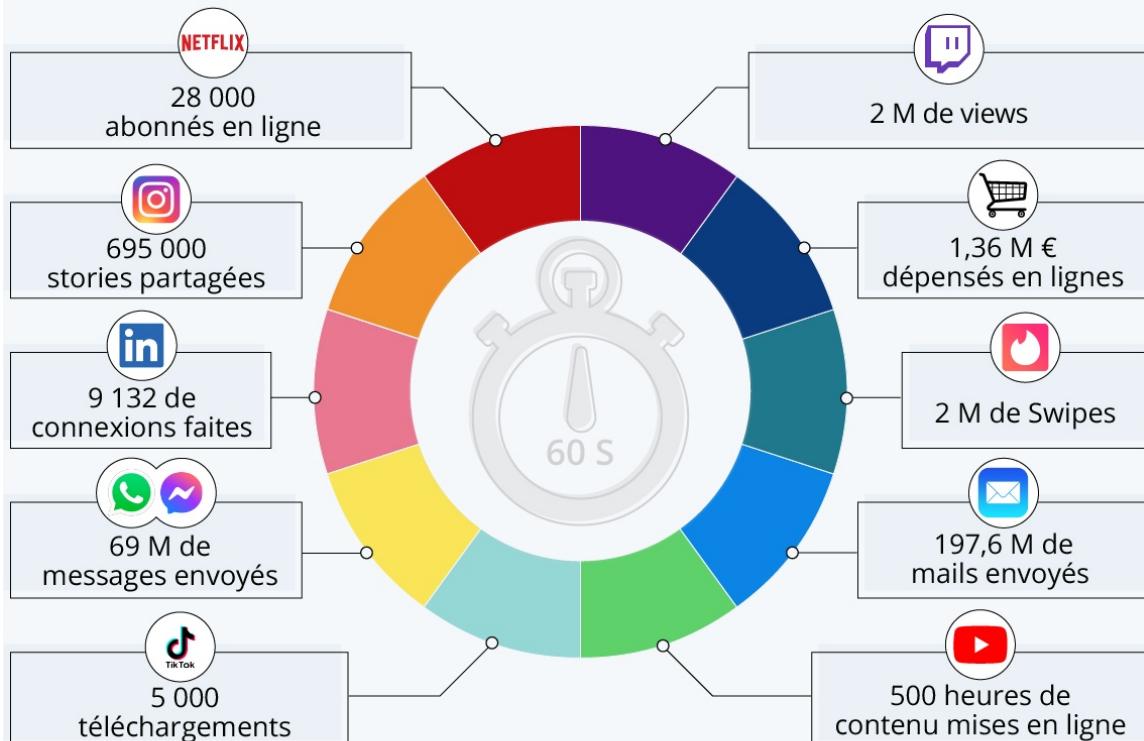
*1 exaoctet = 10^{18} octets

Source : Statista

Pour information : en 1990, 1 téraoctet (soit 10^{12} octets)

Une minute sur Internet en 2021

Estimation de l'activité et des données générées sur Internet en l'espace d'une minute



Source : Lori Lewis via AllAccess



statista

*Protocole de transfert de vidéos numériques **Protocole de transfert http sécurisé

***Protocole de transfert optimisé développé par Google

Source : Statista

Conclusion : la neutralité d'Internet. Voir aussi p16.

Vers la fin de la neutralité du net ? D'après SNT Hachette 2019

La neutralité est inscrite dans le postulat de départ d'internet qui est de garantir l'égalité de traitement et d'acheminement de tous les flux d'information sur internet, quel que soit l'émetteur et le destinataire. Ce concept est le reflet des valeurs d'ouverture qui ont facilité l'émergence et le succès d'internet, devenu une infrastructure essentielle dans l'exercice des libertés et donc un bien commun à protéger au bénéfice de tous. La loi « Pour une république numérique » du 7 octobre 2016 a inscrit le principe de neutralité de l'internet dans le droit français.

Or, cette neutralité est aujourd'hui remise en cause. En effet, les fournisseurs d'accès à internet (FAI) indiquent avoir besoin de financer les importants investissements liés à l'accroissement de la bande passante des réseaux pour développer des innovations nécessitant une priorisation des flux (la voiture autonome, la télé-chirurgie, etc.). Ils souhaitent donc développer des modèles économiques qui pourraient notamment restreindre l'accès de leurs abonnés où seuls les utilisateurs en mesure de payer un accès privilégié pourraient bénéficier des pleines capacités du réseau pour les contenus, applications ou services en ligne, alors que les autres verront leur accès limité.

C'est la neutralité du net qui permet d'encadrer la manière dont ces fournisseurs d'accès conçoivent leurs offres, et qui empêche les acteurs en place de verrouiller le marché en bloquant les innovations concurrentes de leurs propres services.

D'après www.service-public.fr

La neutralité du Net.

D'après SNT Didier 2019

Principe voulant que les fournisseurs d'accès à Internet (FAI) traitent toutes les données indifféremment.

