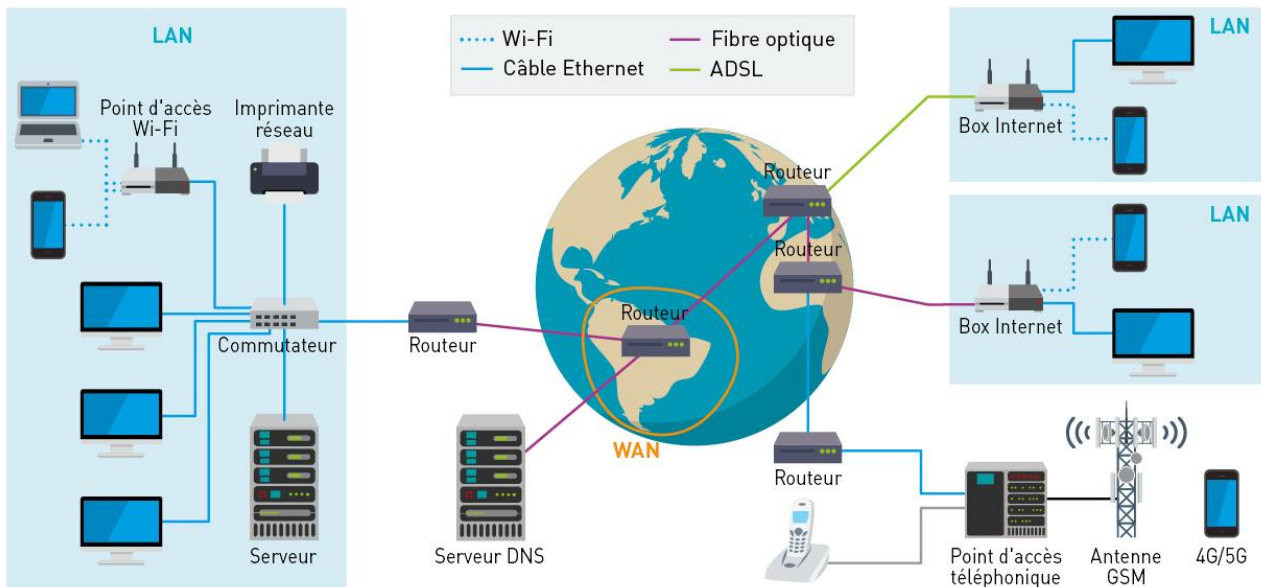


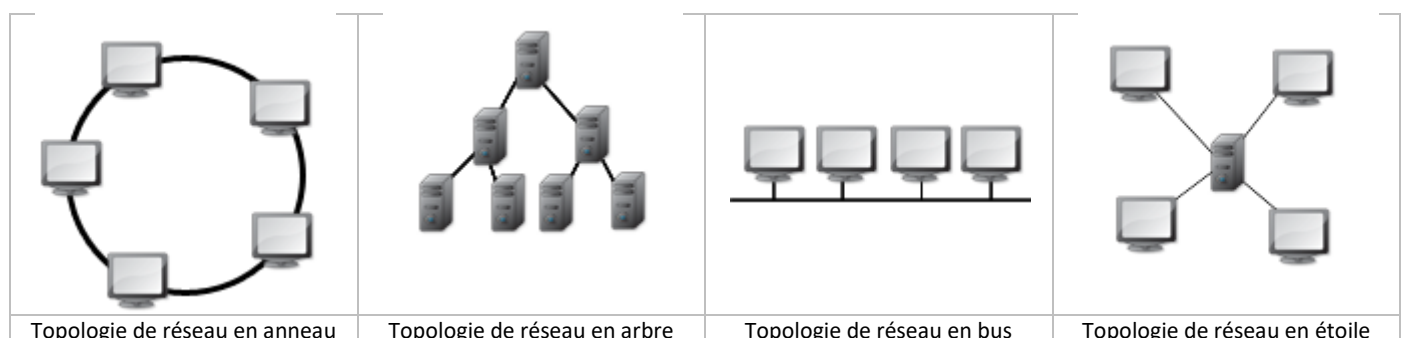
Chapitre 2 : Les réseaux

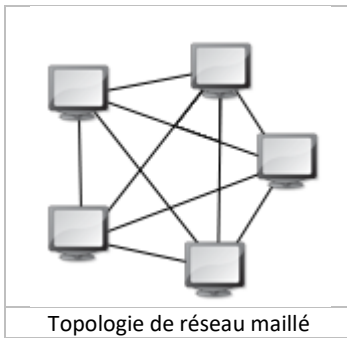
1. Définitions



- **Réseau informatique** : ensemble de machines reliées entre elles par des liaisons filaires (câble Ethernet, fibre optique, ...) ou sans fil (Wi-Fi, Bluetooth, 4G/5G, ...), grâce à des équipements informatiques, pour échanger des données ;
- **Réseau local** : aussi appelé LAN (de l'anglais *Local Area Network*), c'est un réseau informatique dans lequel les machines échangent des données sans forcément être connectées au réseau Internet ;
- **Réseau étendu** : aussi appelé WAN (de l'anglais *Wide Area Network*) est un réseau informatique de grande taille, à l'échelle d'un pays ou d'un continent ;
- **Internet** : réseau informatique mondial accessible à tout le monde. Ce terme est la contraction d'*Interconnected Network* (« réseau interconnecté ») ;
- **Routeur** : équipement informatique servant à interconnecter des réseaux locaux. Il assure le transit des données sous forme de paquets de l'émetteur vers le récepteur ;
- **Commutateur réseau** (*switch* en anglais) : équipement informatique servant à connecter des machines et des routeurs entre eux au sein d'un même réseau physique ;
- **Point d'accès** : commutateur ou routeur permettant de se connecter sans fil (via Wi-Fi) au réseau Internet ;
- **Architecture réseau** : organisation des équipements, des infrastructures (filaire ou sans fil) permettant la transmission des données entre les différents composants grâce à des logiciels et des protocoles de communication.

La **topologie d'un réseau** informatique correspond à son architecture (branchements physiques ou logiques) : elle définit les liaisons entre les équipements du réseau et une hiérarchie éventuelle entre eux.





Il existe d'autres types de topologies, mais elles ne sont utilisées que dans des réseaux conçus pour des tâches particulières, souvent scientifiques, ou pour effectuer des calculs distribués :

- le réseau en grille
- le réseau en hypercube

Remarque : on distingue la topologie « physique », qui est l'architecture matérielle du réseau, de la topologie « logique » qui représente l'organisation des échanges de données entre machines.

2. [Les adresses sur un réseau](#)

2.1. [L'adresse IP](#)

Chaque composant d'un réseau (machine, imprimante, routeur, ...) est identifié par un numéro unique : l'**adresse IP**, qui est une suite de chiffres et/ou de lettres qui est attribuée de façon permanente ou provisoire à chaque périphérique relié au réseau informatique.

Il existe deux types d'adresses IP :

- Des adresses IP de version 4 (**IPv4**) sur 32 bits (4×8 bits) : actuellement la plus utilisée, elle est généralement représentée en notation décimale avec 4 nombres compris entre 0 et 255, séparés par des points « . » ;

Exemple : « 192.168.254.1 »

- Des adresses IP de version 6 (**IPv6**) sur 128 bits (8×16 bits) : elle est composée de 8 nombres hexadécimaux de 16 bits, séparés par des double-points « : ».

Exemple : « 2001:0db8:0000:85a3:0000:0000:ac1f:8001 »

Une adresse IPv4 (notation décimale à point)	Une adresse IPv6 (en hexadécimal)
172 . 16 . 254 . 1 ↓ ↓ ↓ ↓ 10101100 . 00010000 . 11111110 . 00000001 1 octet = 8 bits 32 bits (4×8), ou 4 octets	2001 :0DB8 :AC10 :FE01 :0000 :0000 :0000 :0000 ↓ ↓ ↓ ↓ 2001 :0DB8 :AC10 :FE01 :: Les zéros peuvent être omis 0010000000000001:0000110110111000:1010110000010000:1111110000000001: 0000000000000000:0000000000000000:0000000000000000:0000000000000000
Chaque nombre peut prendre une valeur comprise entre 0 et 255 (8 bits soit 2^8 valeurs possibles) ce qui fait au total $2^8 \times 2^8 \times 2^8 \times 2^8 = (2^8)^4 = 2^{32} \approx 4$ milliards d'adresses IP différentes.	Chaque groupe peut prendre 2^{16} valeurs possibles (4 chiffres hexadécimaux $\Rightarrow 4 \times 4$ bits = 16 bits = 2 octets), ce qui fait au total $2^{16} \times 2^{16} \times 2^{16} \times 2^{16} \times 2^{16} \times 2^{16} \times 2^{16} \times 2^{16} = (2^{16})^8 = 2^{128} \approx 3,4 \times 10^{29}$ milliards d'adresses IP différentes.

Remarque : la croissance du nombre d'utilisateurs et de serveurs sur le réseau Internet s'est accompagné d'une diminution progressive de la quantité d'adresses IPv4 publiques disponibles. En février 2011, la réserve de blocs libres d'adresses publiques IPv4 de l'Internet Assigned Numbers Authority (IANA¹) est arrivée à épuisement.

→ Depuis la fin du XX^e siècle, IPv6 est proposé comme solution pour faire face à la pénurie des adresses IPv4.

Lors d'une première phase de transition (dite double pile ou dual stack), les ordinateurs disposent à la fois d'une adresse IPv4 et d'une adresse IPv6 et utilisent l'une ou l'autre adresse en fonction de la destination voulue. Ceci ne contribue pas à la diminution de la demande en adresse IPv4 mais permet aux ordinateurs qui ne disposent que d'une adresse IPv4 de continuer à accéder aux services disponibles sur Internet.

¹ L'Internet Assigned Numbers Authority (IANA) est un département de l'ICANN, une société américaine privée à but non lucratif qui supervise l'allocation globale des adresses IP, l'allocation des numéros de systèmes autonomes, la gestion de la zone racine dans les Domain Name System (DNS).

2.2. Masque de sous-réseau

Le **masque de sous-réseau** (désigné par *subnet mask*, *netmask* ou *address mask* en anglais) permet de distinguer la partie de l'adresse commune à tous les appareils d'un sous-réseau et celle qui varie d'un appareil à l'autre. On considérait autrefois que l'adresse du réseau était définie par sa classe mais cette notion de classe est considérée comme désuète depuis l'avènement du routage sans classe.

Les adresses IPv4 sont composées de deux parties : le sous-réseau et l'hôte. Ainsi, le masque de sous-réseau permet de distinguer les bits d'une adresse IPv4 utilisés pour identifier le sous-réseau de ceux utilisés pour identifier l'hôte.

→ L'adresse du sous-réseau est obtenue en appliquant l'opérateur ET bit à bit entre l'adresse IPv4 et le masque de sous-réseau.

Remarque : les masques de sous-réseau utilisent la même représentation que celles des adresses IPv4 (voir §2.1).

Plus d'informations :

- [Sous-réseau](#) (Wikipedia.org)

2.3. Adresse MAC

Une **adresse MAC** (de l'anglais Media Access Control¹), parfois nommée adresse Ethernet ou adresse physique, est un identifiant physique stocké dans une carte réseau ou une interface réseau (Wi-Fi, ...). À moins qu'elle n'ait été modifiée par l'utilisateur, elle est unique au monde et paramétrée par le fabricant.

→ Une adresse MAC est constituée de 48 bits (6 octets) et est généralement représentée sous la forme hexadécimale en séparant les octets par un double point.

Exemple : 5E:FF:56:A2:AF:15

3. Le routage

Le **routage IP** désigne l'ensemble des méthodes mises en œuvre dans un routeur par l'Internet Protocol (IP) afin de transmettre un paquet à travers un réseau par un chemin raisonnablement court, si possible optimal. Il s'agit également de permettre à deux machines sur deux réseaux différents, connectés via des passerelles, de communiquer entre elles.

Principe : chaque nœud (routeur) du réseau possède une **table de routage** comportant l'adresse IP des autres nœuds auxquels il est directement connecté et éventuellement d'autres adresses (définies par l'administrateur, apprises par des protocoles de routage, etc.). Cette table permet à un routeur, à partir de l'en-tête IP, de savoir sur quel port (et donc quel sous-réseau) rediriger un paquet.

Mise en œuvre : lors de la réception d'un paquet, le routeur lit l'en-tête de la troisième couche du modèle OSI (voir §5.1) afin d'en extraire l'adresse IP de destination. À partir de sa table de routage, il affecte le paquet à la file d'attente de sortie associée au port correspondant à l'adresse IP ou au préfixe le plus proche / le plus spécifique s'il n'y a pas de correspondance exacte.

Quelques commandes réseau dans Linux :

Commande	Rôle
<code>ifconfig</code> (ou <code>ipconfig</code>)	Affiche les informations des interfaces et permet de les configurer
<code>ping <adresse_IP></code>	Teste l'accessibilité d'une machine grâce à son adresse IP et donne la durée nécessaire pour la joindre
<code>tracert <adresse_IP></code> <code>tracert <URL></code>	Dresse une cartographie des routeurs se trouvant entre l'émetteur et le récepteur
<code>nslookup <nom_domaine></code>	Interroge les serveurs DNS afin d'obtenir les informations sur un nom de domaine

4. [Les protocoles](#)

Un **protocole de communication** est un ensemble de normes qui définissent la manière dont sont échangées les données entre des machines.

4.1. [Le protocole TCP/IP](#)

L'acronyme **TCP/IP** désigne deux protocoles étroitement liés : un protocole de transport, TCP (Transmission Control Protocol) qu'on utilise « par-dessus » un protocole réseau, IP (Internet Protocol).

- Le protocole **IP** permet de découper en *paquets* l'information à transmettre, de les adresser, de les transporter indépendamment les uns des autres et de recomposer le message initial à l'arrivée. On parle de « commutation de paquets ».
- Le protocole **TCP** est un protocole de transmission de données qui ouvre une session et effectue lui-même le control d'erreur. Il correspond à la couche 4 du modèle OSI (voir §5.1).

→ Ces deux protocoles sont souvent associés pour former le **protocole TCP/IP** qui regroupe un ensemble de protocoles dont voici les plus connus :

- IP (Internet Protocol) : couche 3 du modèle OSI ;
- ARP (Address Resolution Protocol) : couche 3 du modèle OSI, résolution d'adresse IP en adresse MAC ;
- RARP (Reverse Address Resolution Protocol) : couche 3 du modèle OSI, résolution d'adresse MAC en adresse IP ;
- ICMP (Internet Control Message Protocol) : couche 3 du modèle OSI, gestion des messages du protocole IP ;
- IGMP (Internet Group Management Protocol) : couche 3 du modèle OSI, protocole de gestion de groupe ;
- TCP (Transmission Control Protocol) : couche 4 du modèle OSI, transport en mode connecté ;
- UDP (User Datagram Protocol) : couche 3 du modèle OSI, transport en mode non connecté.

Plus d'informations :

- [Modèle TCP/IP](#)
- [Entête TCP](#)
- [Entête IP](#)

4.2. [Le protocole du bit alterné](#)

Le **protocole du bit alterné** (*Alternating Bit Protocol* en anglais) est un protocole de communication réseau simple fonctionnant au niveau de la couche « liaison de données » (couche n°2) du modèle OSI (voir §5.1). Il permet de retransmettre les données (trames) perdues ou corrompues avec un système de numérotation de séquence (drapeau ou *flag*) sur 1 bit (0 ou 1) et d'acquittements (ACK0 et ACK1). Il était utilisé dans le réseau ARPANET, l'ancêtre d'Internet.

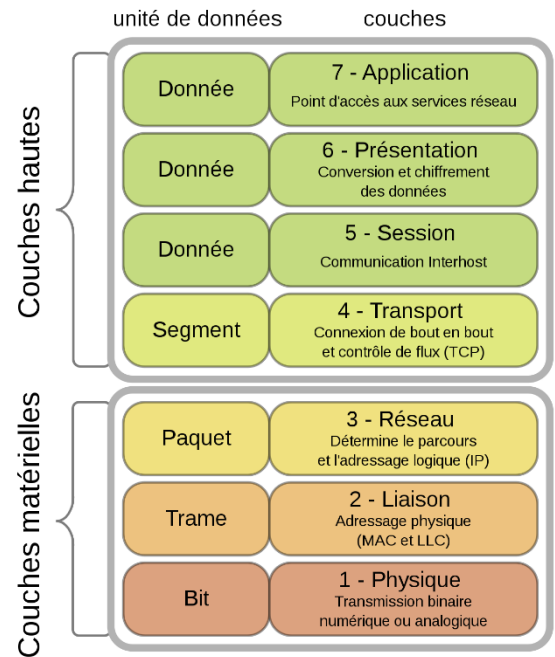
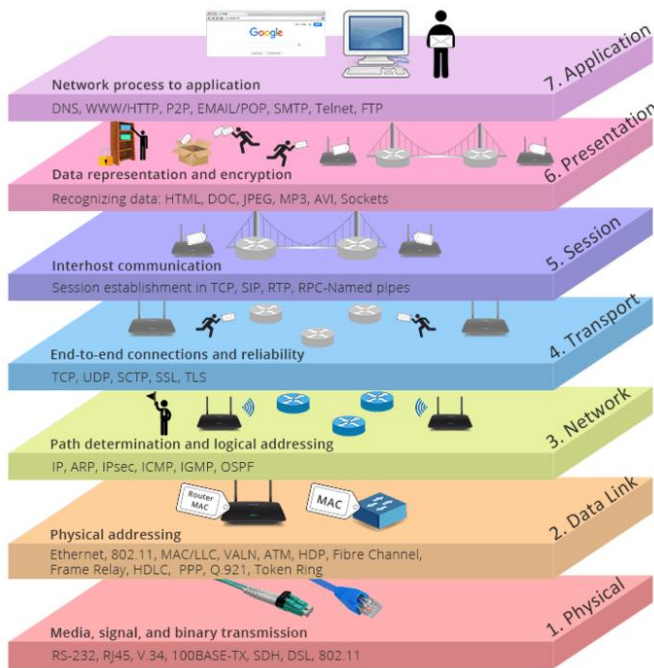
Principe : la première trame envoyée par l'expéditeur aura pour drapeau (flag) 0, dès cette trame reçue par le destinataire, ce dernier va envoyer un accusé de réception avec le drapeau 1. Ainsi, la prochaine trame que A doit envoyer devra avoir son drapeau à 1. Dès que l'expéditeur reçoit l'accusé de réception avec le drapeau à 1, il envoie la 2^{ème} trame avec un drapeau à 1, et ainsi de suite...

→ Le système de drapeau est complété avec un système d'horloge côté émetteur : un « chronomètre » est déclenché à chaque envoi de trame, si au bout d'un certain temps, l'émetteur n'a pas reçu un acquittement correct (avec le bon drapeau), la trame précédemment envoyée par l'émetteur est considérée comme perdue et est de nouveau envoyée.

5. [Les modèles en couche](#)

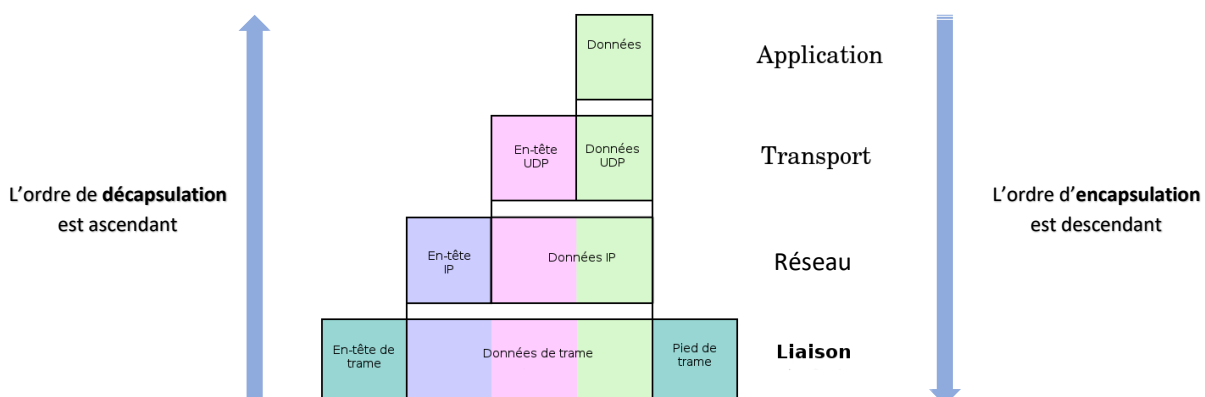
5.1. [Le modèle OSI](#)

Le modèle **OSI** (de l'anglais « *Open Systems Interconnection* ») est une norme de communication, en réseau, de tous les systèmes informatiques. C'est un modèle de communications entre ordinateurs proposé par l'ISO (Organisation internationale de normalisation) qui décrit les fonctionnalités nécessaires à la communication et l'organisation de ces fonctions. [Source : Wikipedia]



- La couche « **Physique** » est chargée de la transmission effective des signaux entre les interlocuteurs. Son service est limité à l'émission et la réception d'un bit ou d'un train de bits continu ;
- La couche « **Liaison de données** » gère les communications entre deux machines directement connectées entre elles, ou connectées à un équipement qui émule une connexion directe (commutateur) ;
- La couche « **Réseau** » gère les communications de proche en proche, généralement entre machines : routage et adressage des paquets ;
- La couche « **Transport** » gère les communications de bout en bout entre processus (programmes en cours d'exécution) ;
- La couche « **Session** » gère la synchronisation des échanges et les « transactions », permet l'ouverture et la fermeture de session ;
- La couche « **Présentation** » est chargée du codage des données applicatives, précisément de la conversion entre données manipulées au niveau applicatif et chaînes d'octets effectivement transmises ;
- La couche « **Application** » est le point d'accès aux services réseaux, elle n'a pas de service propre spécifique et entrant dans la portée de la norme.

Lorsque la couche application envoie les données aux couches inférieures, elle y ajoute des métadonnées appelées « en-tête » destinées à la couche application de la machine destinataire. Chaque couche ajoute ensuite ses propres en-têtes à l'émission lorsque les données de l'application « descendent » les couches. Et ainsi **la trame** d'informations circulant sur la couche liaison est « surchargée des métadonnées » de chacune des couches supérieures : c'est le processus d'**encapsulation des données**.



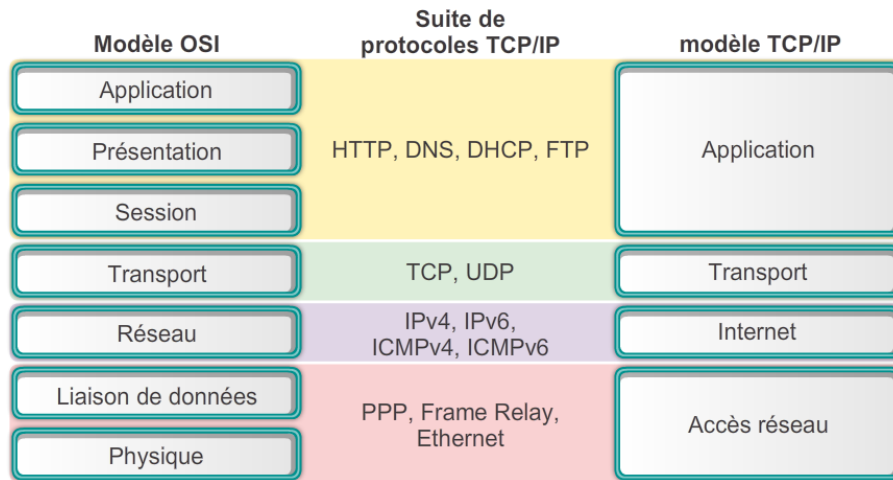
À la réception (chez le destinataire), chaque couche récupère et « détache » les métadonnées qui lui sont destinées puis transmet le message, sans ces métadonnées, à la couche supérieure : c'est la **décapsulation**.

Plus d'informations :

- [Modèle OSI](#) (Wikipedia.org)

5.2. [Le modèle en couche TCP/IP](#)

Le modèle TCP/IP présente aussi une approche en couches mais n'en contient que quatre :



SOURCES

Programme :

Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Transmission de données dans un réseau Protocoles de communication Architecture d'un réseau	Mettre en évidence l'intérêt du découpage des données en paquets et de leur encapsulation. Dérouter le fonctionnement d'un protocole simple de récupération de perte de paquets (bit alterné). Simuler ou mettre en œuvre un réseau.	Le protocole peut être expliqué et simulé en mode débranché. Le lien est fait avec ce qui a été vu en classe de seconde sur le protocole TCP/IP. Le rôle des différents constituants du réseau local de l'établissement est présenté.

Sites :

- [Transmission Control Protocol](#) (Wikipedia.org)
- [Modèle OSI](#) (Wikipedia.org)
- [Adresse IPv6](#) (Wikipedia.org)
- [Sous-réseau](#) (Wikipedia.org)
- [Les réseaux informatiques](#) (Wikipedia.org)

<https://www.lyceum.fr/1g/nsi/6-architectures-materielles-et-systemes-dexploitation/5-reseaux>