

Réseaux et Systèmes (MIN 15112)

2025 - 2026

Zhiyi Zhang

zhiyi.zhang@uvsq.fr

<https://www.zhiyizhang.com>

Organisation générale

- 10 séances de CM (9 séances + 1 CC)
- 10 séances de TD



Zhiyi Zhang
CM/TD



Saeed Alsabbagh
TD

Organisation CM (prévu)

Cours 1 – Bases des réseaux (Partie 1)

Cours 2 – Bases des réseaux (Partie 2)

Cours 3 – Contrôle d'accès

Cours 4 – WLAN (LAN sans fil)

Cours 5 – Switch

Cours 6 – VLAN

Cours 7 – STP

Cours 8 – STP (Avancé) + Redondance

Cours 9 – Sécurité du LAN

1 CC

- CC
- Examen final
- Toutes les séances de TP seront évaluées, après chaque séance :
 - +2, exceptionnel (cas particulier)
 - + 1, très bien
 - 0, pas mal
 - -1, à améliorer (cas particulier)

Note moyenne des TP -> Bonus sur la note d'examen final

Objectifs

Connaissance :

Modèle OSI, TCP/IP

Encapsulation/désencapsulation

Topologie

Ethernet, WiFi

CSMA/CD, CSMA/CA

VLAN

STP

VTP

Comment partager un médium ?

Comment gérer la collision ?

Compétences :

Calcul des métriques (délai, débit)

Déployer un réseau LAN

Configurer le switch

Configurer VLAN

Utiliser WireShark et Cisco PT

Bases des réseaux (Partie 1)

Zhiyi Zhang

zhiyi.zhang@uvsq.fr

<https://www.zhiyizhang.com>

Bases de réseaux

- Introduction
- Réseau ? C'est quoi ?
 - Équipements
 - Classification
- Modèle OSI, TCP/IP
- Encapsulation / désencapsulation

Réseau ? C'est quoi ?

Réseau ? C'est quoi ?



Un réseau informatique est un ensemble **des équipements terminaux** interconnectés par des **moyens de transmission**, qui permet l'échange de **données** et le partage de **ressources**.

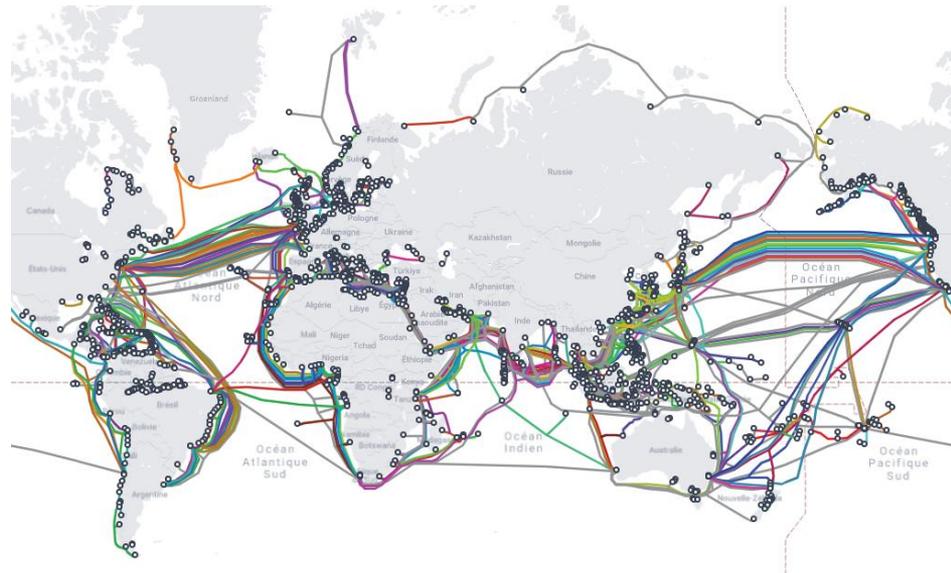
Comment l'Internet a été créé ?

1958 : création de l'Arpa (DoD)
1967 : lancement du projet Arpanet
1973 – 1977 : invention des
protocoles TCP/IP
1^{er} janvier 1983 : Arpanet est scindé
entre MilNet (militaire) et Internet
(civil)



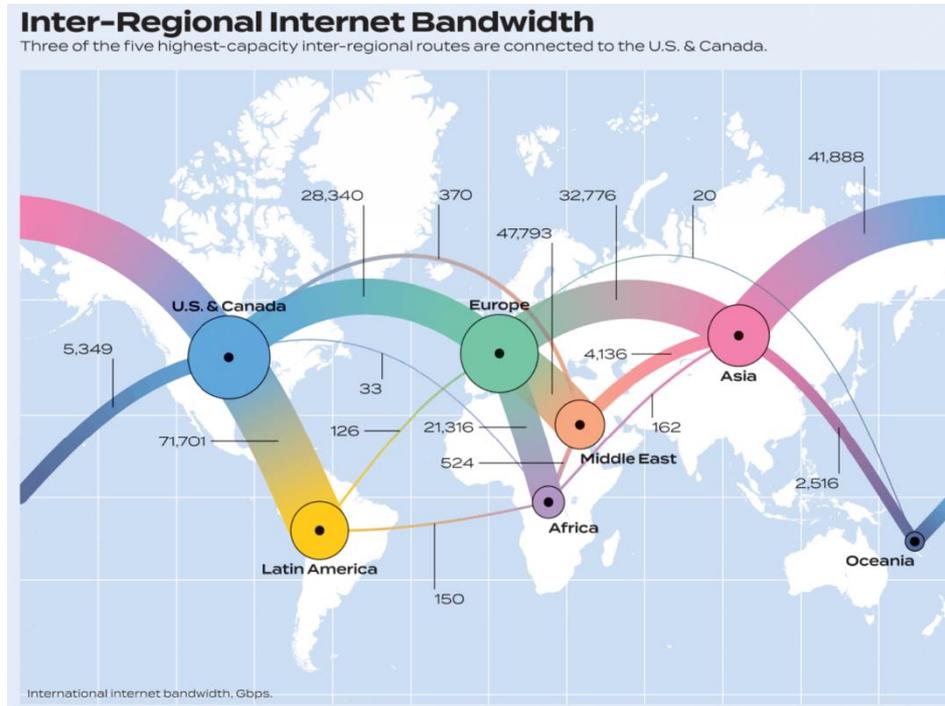
Source : Inria, histoire du numérique – Internet fête ses 40 ans
<https://www.inria.fr/fr/naissance-internet-40-ans-reseaux>

Réseaux mondiaux



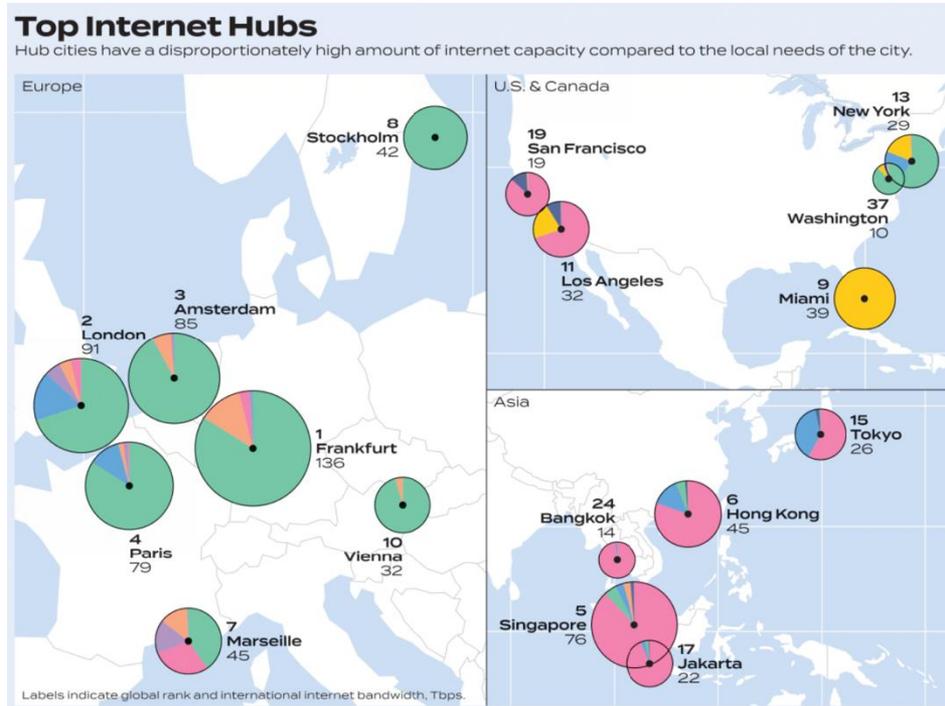
Source : <https://www.submarinecablemap.com/>

Internet



Source : <https://global-internet-map-2022.telegeography.com/>

Internet



Source : <https://global-internet-map-2022.telegeography.com/>

Standardisation

Pourquoi la standardisation est importante ?

Pourquoi la standardisation est importante ?

- Les équipements Cisco, Nokia, Huawei, HP, Dell, Apple... doivent pouvoir communiquer entre eux

Processus souvent long et complexe (spécifications de plusieurs centaines de pages)

De nombreuses organisations de standardisation existent :

- IEEE, IETF, 3GPP

IEEE



IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

Définir comment les bits sont transmis sur le support (signaux électriques, câbles, ondes radio, fibre optique)

IEEE 802.3 (Ethernet) : types de câbles, codage des bits...

IEEE 802.11 (WiFi) : bandes de fréquences, modulation...

Définir l'adressage local, le format des trames et la détection d'erreurs

MAC (Medium Access Control) : gestion de l'accès au support

Format de trame (adresse source, adresse destination)

IETF

IETF (Internet Engineering Task Force)

- Développer et maintenir les standards de l'Internet
- Collaborative et volontaire (working groups)
- Les spécifications sont publiées sous forme de documents appelés **RFC** (Request For Comments)



Exemples :

IPv4 (RFC 791); IPv6 (RFC 8200); TCP (RFC 9293); UDP (RFC 768); DNS (RFC 1034, 1035); SMTP (RFC 5321); IMAP (RFC 9051)

3GPP

3GPP (3rd Generation Partnership Project)



Définir les standards pour les réseaux mobiles (3G, 4G, 5G, 6G...)

Les standards publiés sont organisés en **Release** :

Release 99 -> UMTS 3G

Release 8 -> LTE

Release 15 -> 5G NR

OSI motivations

Motivation historique et technique :

Dans les années 1970 – 1980, nouvelles infrastructures réseaux apparaissent, mais il n'est pas toujours possible de permettre une connectivité de bout en bout en raison de technologies propriétaires.

Les utilisateurs attendent une interopérabilité entre systèmes concurrents.

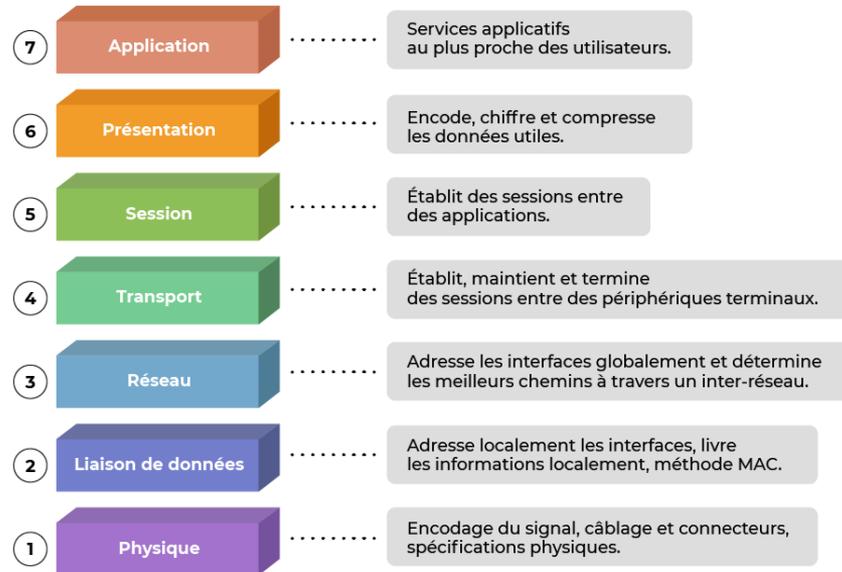
Modèle OSI (Open Systems Interconnection) : modèle de référence inter réseau

Objectifs du modèle OSI :

- Donner la conception de réseaux
- Assurer l'**interopérabilité**
- Clarifier les rôles et responsabilités de chaque couche

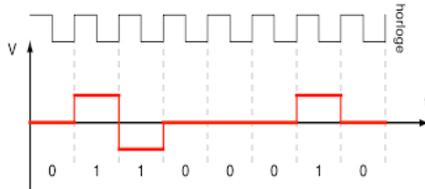
Modèle OSI

Modèle OSI



Couche 1 : Physique

- Bits \leftrightarrow signal
- Synchronisation entre émetteur et récepteur
- Codage



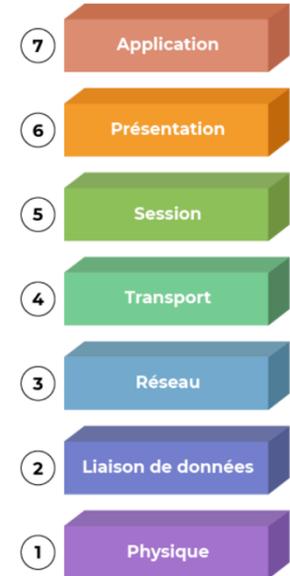
Couche 2 : Liaison de données

Communication sur le support local

Utilise l'adresse physique (adresse MAC)

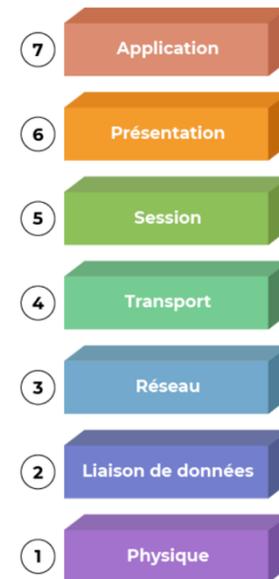
Deux sous-couches :

- LLC (Logical Link Control)
 - Contrôle de flux, gestion des erreurs
 - Multiplexage
- MAC (Medium Access Control)
 - Partage du support (TDMA, CSMA/CD)
 - Gestion de collision



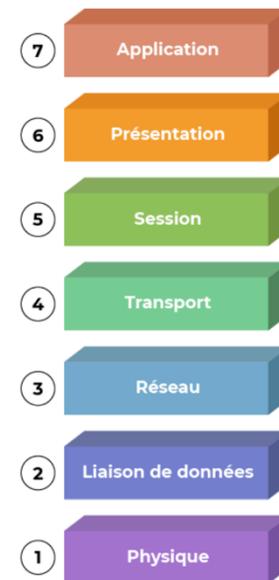
Couche 3 : Réseau

- Gestion des routes, saut par saut (hop-by-hop)
- Utilise des équipements dédiés (routeur)
- Adresses logique, indépendante du support physique (adresse IP)



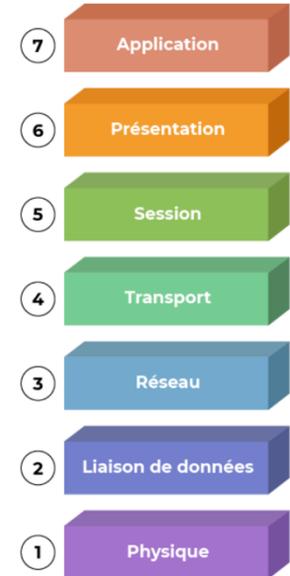
Couche 4 : Transport

- Transmission de bout en bout des **segments**
- Mécanismes optionnels (fiabilité et robustesse, contrôle de flux, récupération des erreurs)
- Peut être fiable (TCP) ou non fiable (UDP)



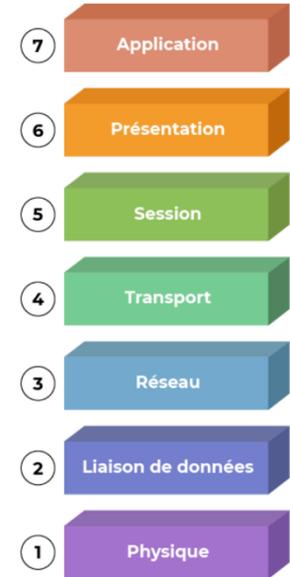
Couche 5 : Session

- Gère l'ouverture et la fermeture des sessions entre hôtes
- Une session doit être établie avant l'échange de données
- Fournit des points de synchronisation
- Assure la gestion des transactions



Couche 6 : Présentation

- À la source : gère les données applicatives, effectue le codage des données avant de transmettre à la couche session
- À la destination : décode les données et livre les données applicatives compréhensibles à la couche application
- Chiffrement, compression



Couche 7 : Application

- Traite les données de l'utilisateur
- Produit les données applicatives
- Interface entre l'utilisateur et la machine



Services et protocoles

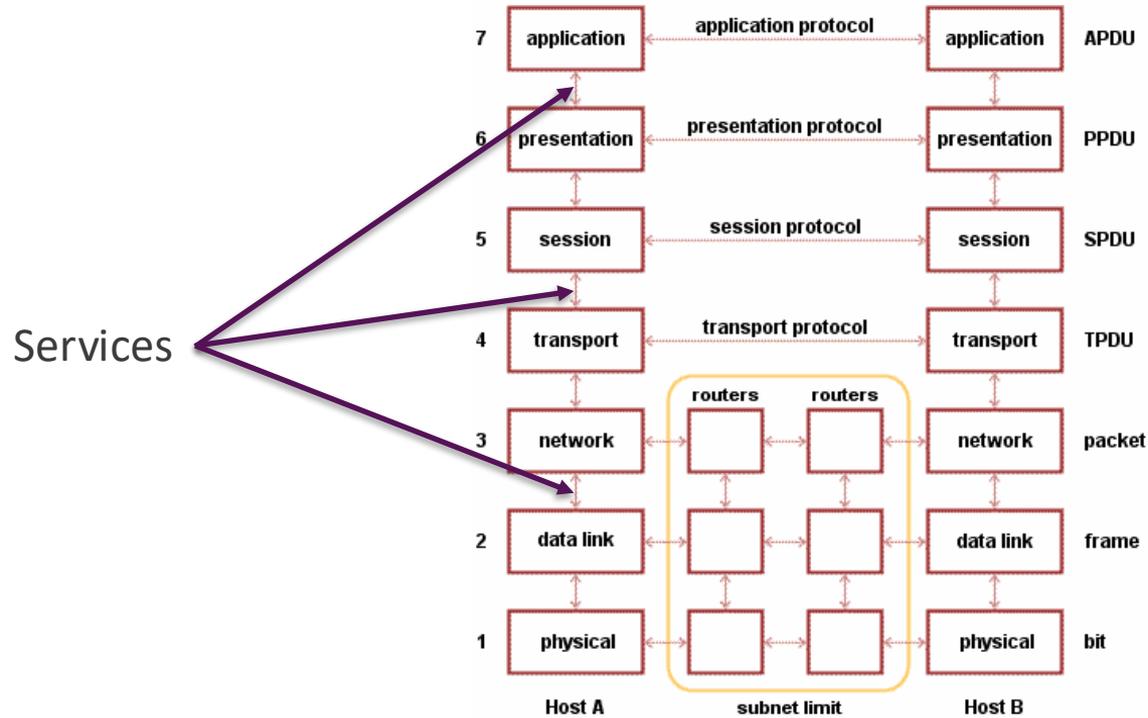
Service : Communications entre couches

Exemples : La couche transport offre un service de livraison fiable (TCP) et non fiable (UDP) aux applications.

Protocole : Communications à distance

Exemples : IP est le protocole qui met en œuvre le service de transmission de paquets fourni par la couche réseau.

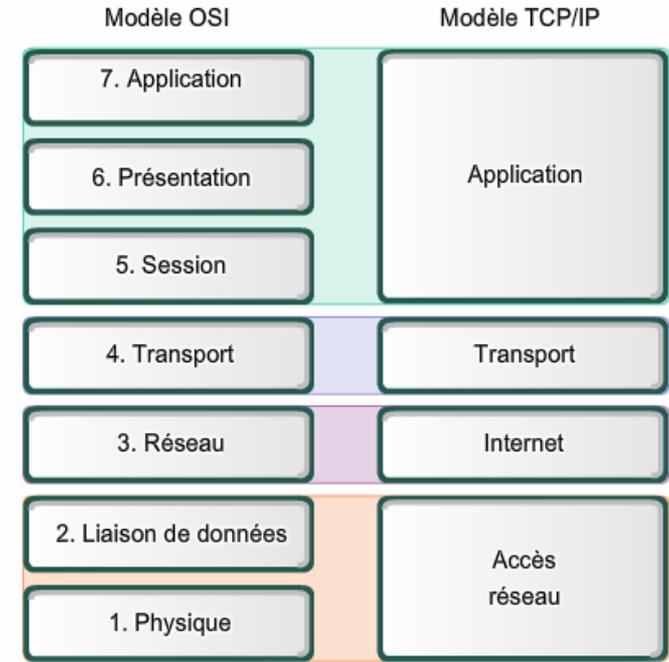
Services et protocoles



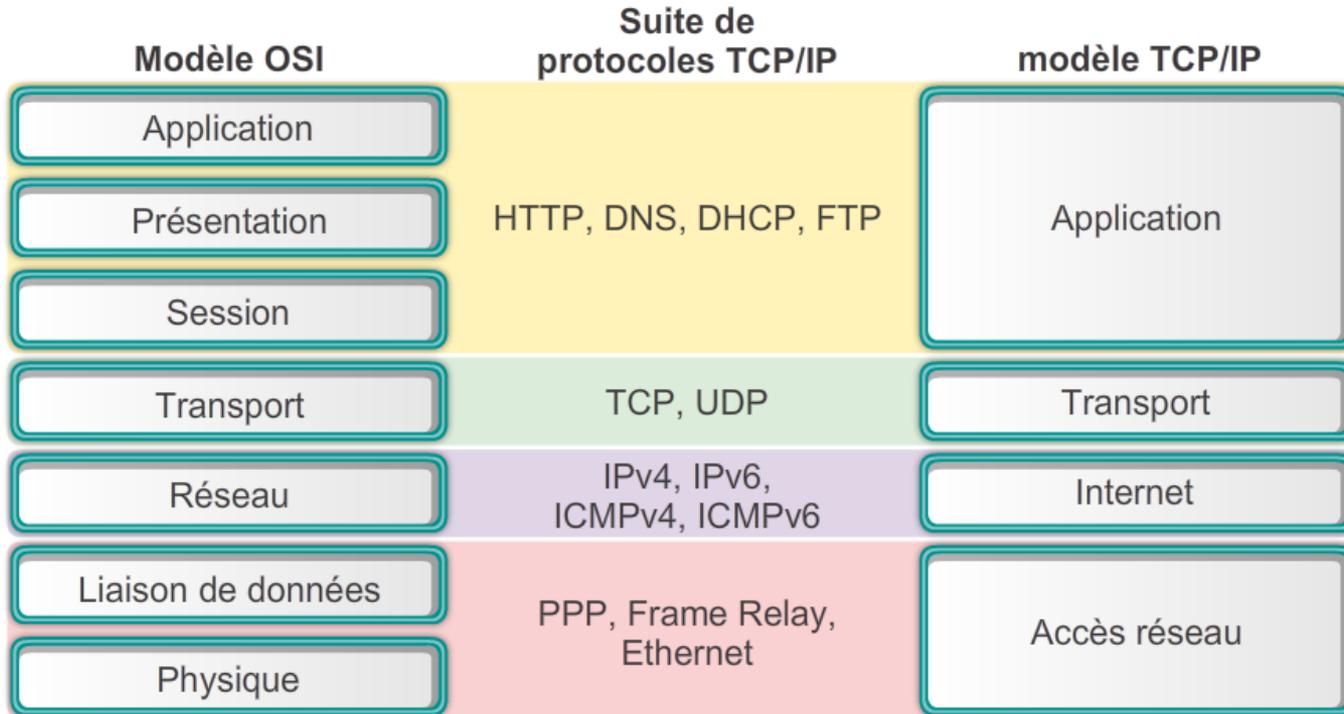
Modèle TCP/IP

Modèle OSI : créé par l'ISO, modèle théorique pour normaliser les communications réseau. (séparation idéale en 7 couches, modèle de référence, peu implémentée)

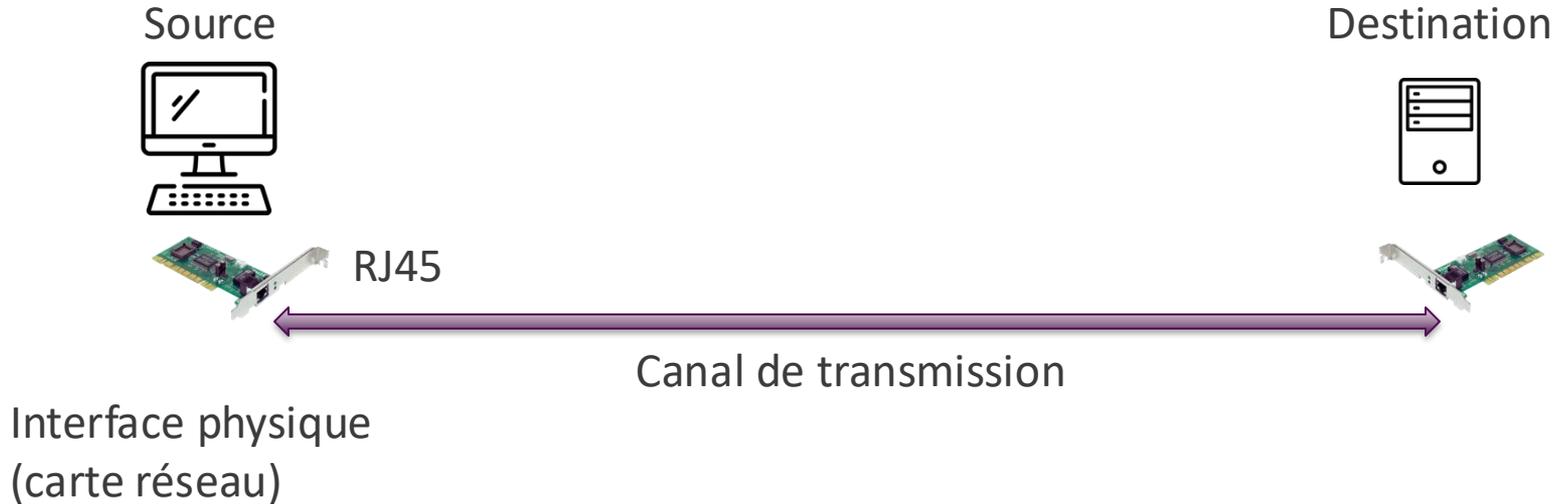
Modèle TCP/IP : conçu par le DoD, maintenu par l'IETF, l'architecture effectivement utilisée. (construite sur les protocoles réels qui existaient déjà)



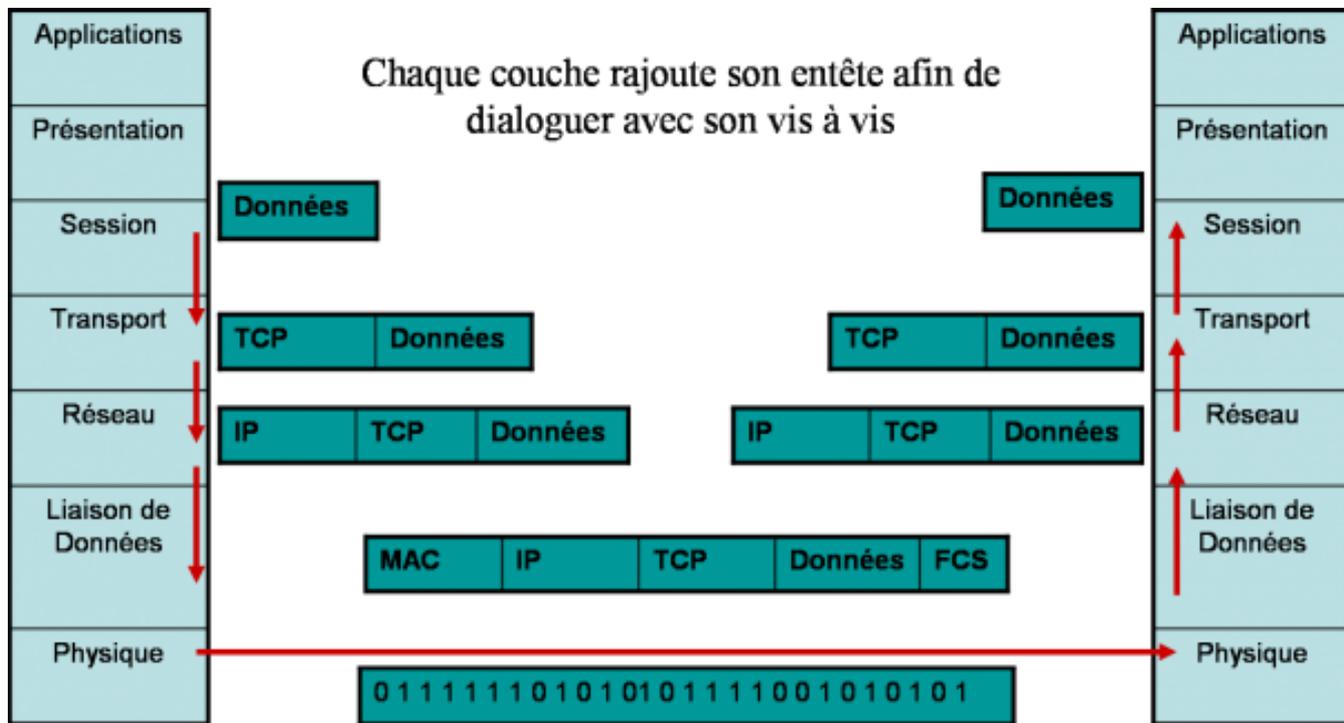
Protocoles TCP/IP



Transmission



Encapsulation / désencapsulation



PDU (Protocol Data Unit) : l'unité de données échangée entre deux entités de même couche

PDU dans le modèle OSI

Application – **Données**

Transport – **Segments (Datagrammes UDP si UDP)**

Réseau – **Paquets (Datagrammes IP si UDP)**

Liaison de données – **Trames**

Physique – **Bits**

MTU

MTU (Maximum Transmission Unit)

- Limite de taille pour le PDU
- Longueur de la trame > MTU : fragmentation (découpée)
- Exemple : Ethernet (1500 octets)



Que se passe-t-il si le MTU est petit ?

Deux types principaux :

- Terminal
Ordinateur, tablette, téléphone IP, caméra de surveillance...
- Périphérique réseau
 - Accès au réseau (hub, switch, point d'accès)
 - Périphérique inter réseau (routeur)
 - Sécurité (pare-feu)

Hub

- Extension du réseau : permet d'augmenter la taille physique du réseau
- Multiports : répète le signal reçu sur un port vers tous les autres ports
- Fonction de régénération : en cas de bruit, le signal est nettoyé, régénéré et retransmis avec une puissance plus élevée
- Limites :
 - Tout le réseau reste dans un seul domaine de collisions
 - Introduit un délai de propagation
- Obsolète, remplacée par les switches (commutateurs)



Switch

- Transmet les trames uniquement vers les ports concernés
- Filtrage des ports selon l'adresse physique (adresse MAC)
- Chaque port correspond à un domaine de collision
- Possibilité d'avoir un port de monitoring pour analyser le trafic



Routeur

- Fonctionne en couche réseau (adresse IP)
- Interconnecte plusieurs réseaux
- Gère des tables de routages (statiques ou dynamiques)
- Fournit des fonctions avancées :
 - Traduction d'adresse (NAT)
 - Filtrage
 - Firewall



Équipements



Qu'est-ce que c'est ?

Classification

Quels sont les critères de classification ?

- Selon l'étendue géographiques
 - PAN (Personal Area Network)
 - LAN (Local Area Network)
 - MAN (Metropolitan Area Network)
 - WAN (Wide Area Network)

Classification par taille

PAN (Personal Area Network)

- Interconnecter des équipements personnels
- Couverture : quelques mètres



Classification par taille

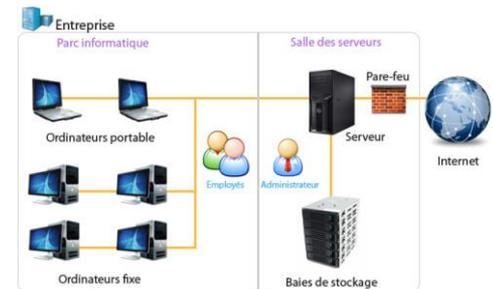
PAN (Personal Area Network)

- Interconnecter des équipements personnels
- Couverture : quelques mètres



LAN (Local Area Network)

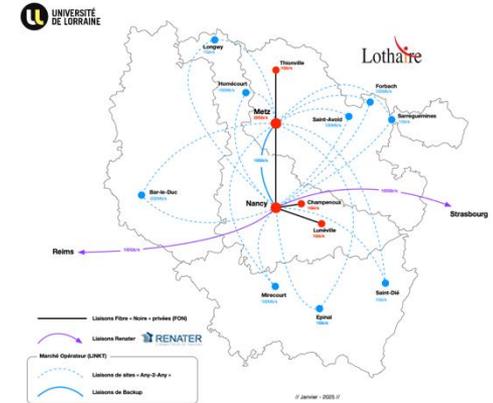
- Réseau local (réseau domestique, réseau d'entreprise)
- Couverture : généralement < 1 km
- IEEE 802.3 Ethernet; IEEE 802.11 WiFi
- Débit jusqu'à 10 Gbps



Classification par taille

MAN (Metropolitan Area Network)

- Interconnexion des entreprises, résidences, campus...
- Couverture : une ville



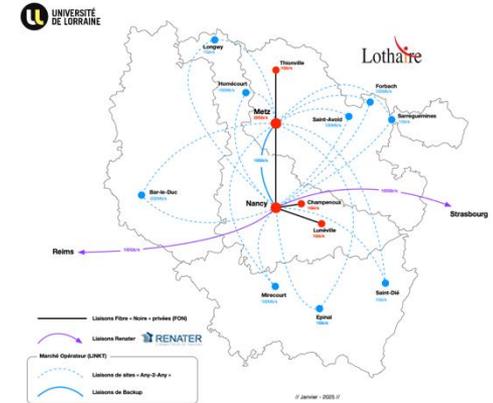
Classification par taille

MAN (Metropolitan Area Network)

- Interconnexion des entreprises, résidences, campus...
- Couverture : une ville

WAN (Wide Area Network)

- Réseau longue distance
- Couverture : mondiale



Classification par taille

Mais avec nouvelles applications, nouvelles technologies...

Il y a aussi :

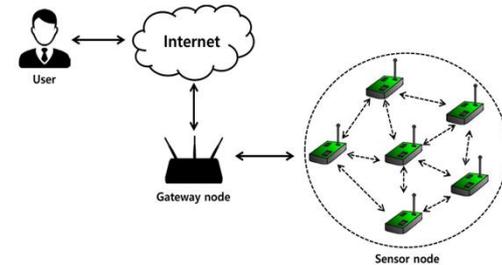
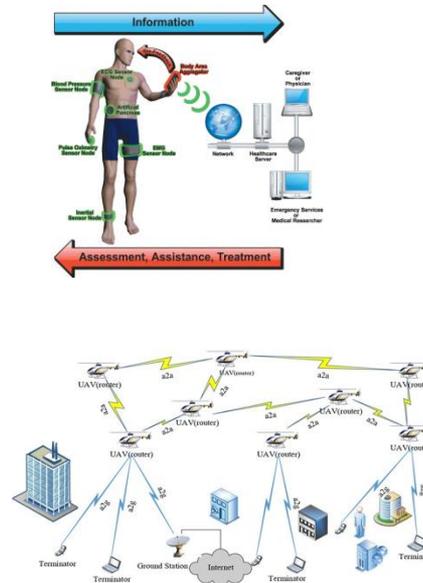
BAN (Body Area Networks)

VANET (Vehicular Area Networks)

FANET (Flying Ad hoc Networks)

WSN (Wireless Sensor Networks)

...

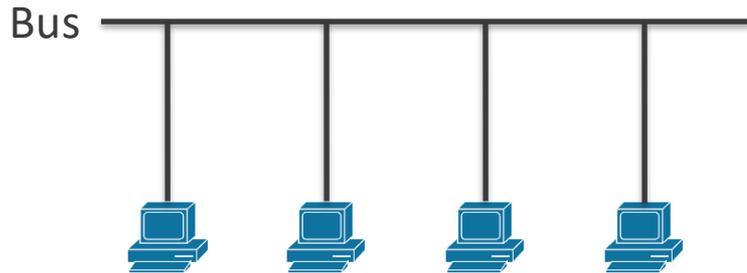


Classification par topologie

- Selon la topologie
 - En bus
 - En étoile
 - En anneau
 - En mesh

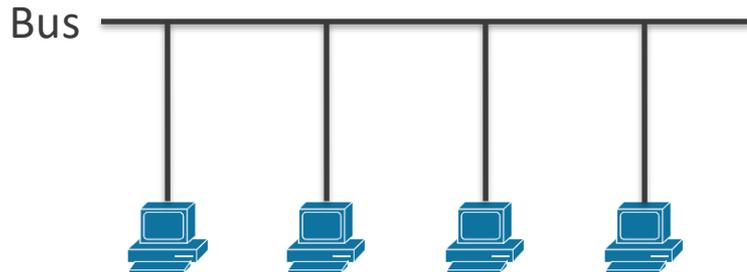
La topologie du réseau désigne la manière dont les équipements sont interconnectés.

Topologie (Bus)



- Toutes les stations sont connectées à un même support partagé
- Lorsqu'une station envoie un message, le signal se propage sur tout le bus
- Seule la station dont l'adresse correspond lit et traite le message, les autres l'ignorent

Topologie (Bus)



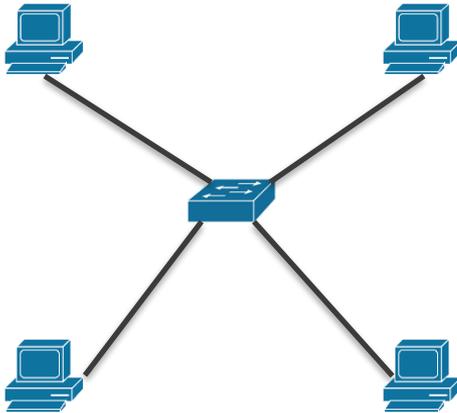
Pro :

- Simple et peu coûteuse
- Ajout de nœuds facile

Con :

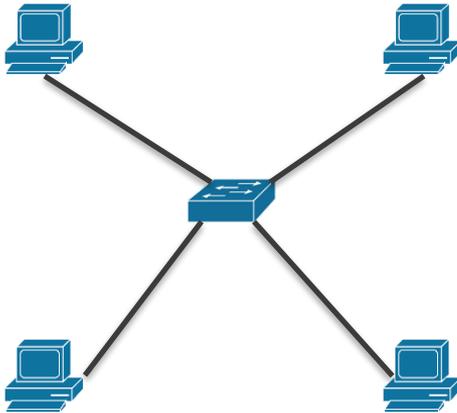
- Partage d'un seul canal
- Collision
- Panne du câble peut affecter le réseau

Topologie (étoile)



- Toutes les stations sont reliées à un équipement central
- Tous les messages passent par l'équipement central avant d'être transmises vers leurs destinataire

Topologie (étoile)



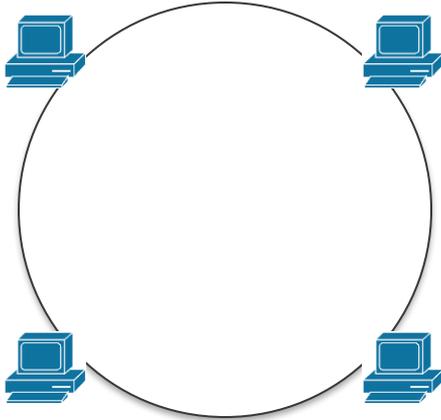
Pro :

- Ajout de nœuds facile
- Bonne performance

Con :

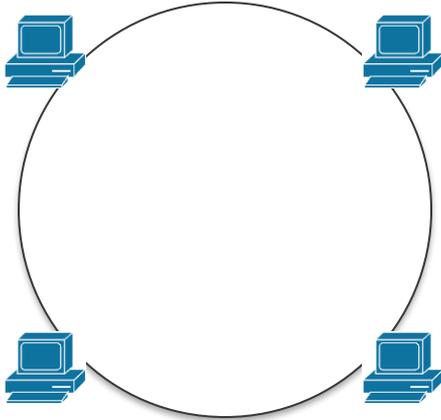
- Dépendance au nœud central

Topologie (anneau)



- Les stations sont connectées à un câble qui forme une boucle fermée
- Les messages circulent dans une direction unique
- Les stations communiquent chacune à leur tour

Topologie (anneau)



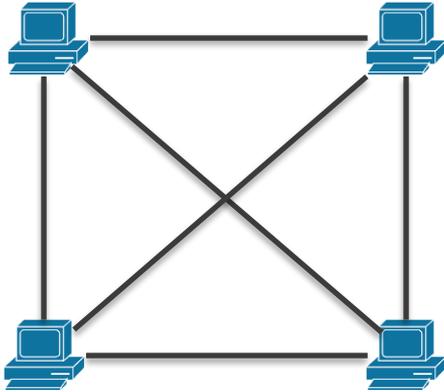
Pro :

- Pas de collision, accès par jeton (Token Ring)
- Délai borné

Con :

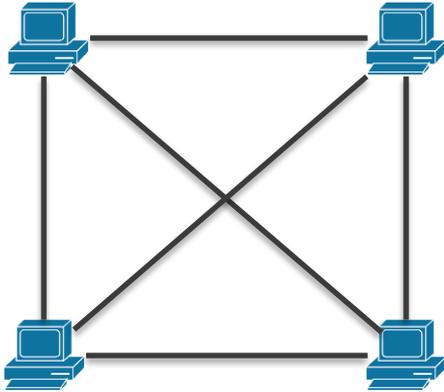
- Une panne d'un nœud ou d'un lien peut affecter tout le réseau
- Maintenance et extension complexes

Topologie (mesh)



- Chaque station est reliée à plusieurs autres
- Grand nombre de connexions entre stations

Topologie (mesh)



Pro :

- Fiable, chemins redondants, tolérance aux pannes

Con :

- Complexe
- Nombre de liaison élevé
- Coût important

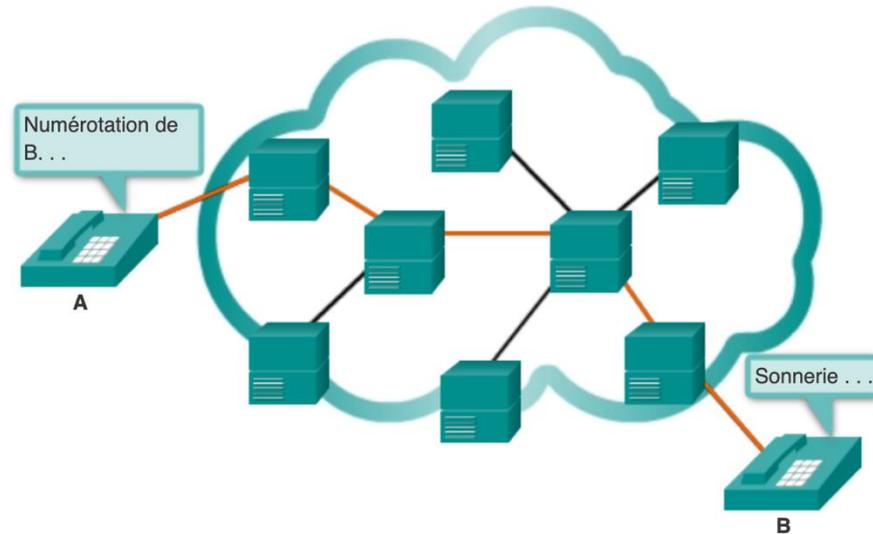
Classification par la technique

- Selon la technique de commutation
 - Commutation de circuits
 - Commutation de paquets

Comment les données sont transférées à travers le réseau ?

Commutation de circuits

Exemple : Réseau téléphonique



Commutation de circuits

Une liaison dédiée est établie entre l'émetteur et le récepteur pour toute la durée de la communication.

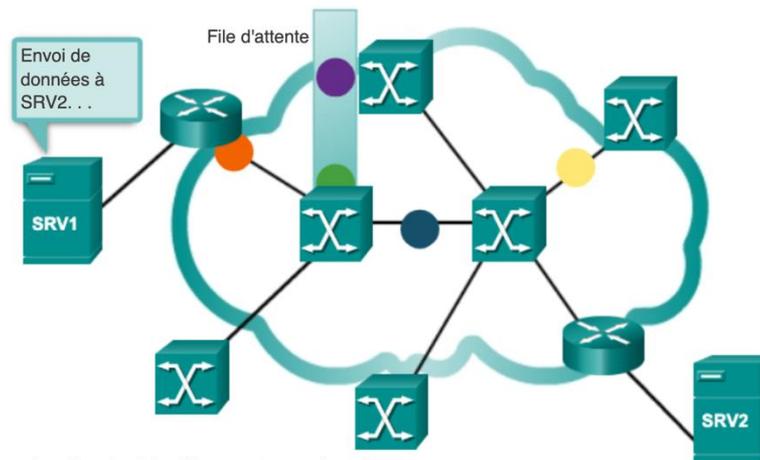
Pro :

- Qualité de service stable
- Messages arrivent toujours en l'ordre

Con :

- Occupation de ressources en continu
- Établissement de circuit initial coûte du temps
- Reconnexion si pannes

Commutation de paquets



Les données identifiées sont transmises de commutateur en commutateur. Elles peuvent avoir à attendre leur tour sur un lien.

Commutation de paquets

Les données sont découpées en paquets transmis indépendamment, qui peuvent emprunter des chemins différents.

Pro :

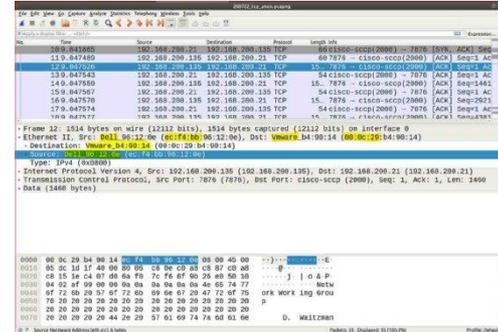
- Ressources partagées dynamiquement (pas de canal réservé)
- Flexibilité, tolérance aux pannes

Con :

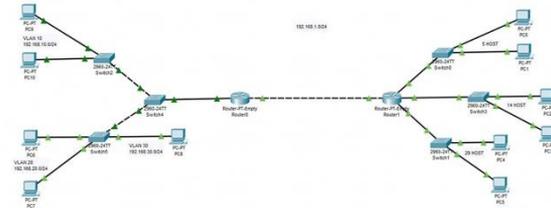
- Délais variables
- Risque de congestion et de perte
- Les paquets peuvent arriver désordonnés

Outils à installer

WireShark : analyseur de paquets



Cisco Packet Tracer : simulateur de réseaux



Résumé (Cour 1)

- Modèle OSI, TCP/IP
- Encapsulation
- Équipements (hub, switch, routeur)
- LAN, MAN, WAN
- Topologies
- Techniques de commutation