

Architecture des réseaux

Module M212

S2 – DUT Informatique

Marie-Agnès Peraldi-Frati
Maître de Conférences en Informatique

Module Architecture des réseaux

- **Objectifs :**

- Comprendre l'organisation et le fonctionnement d'un réseau informatique.

- **Contenu :**

- Étude d'architectures de réseaux, incluant les modèles OSI (*Open Systems Interconnection*) et la pile TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*)
- Technologie des réseaux locaux : Ethernet, WiFi, *etc.*

- **Compétences :**

- Principes du Routage, de la commutation, de l'adressage, du transport
- Introduction à l'installation et la configuration d'un réseau

Déroulement du module

- **Volume Horaire**

- 7h CM, 21h TD/TP

- **Notation :**

- Rendus: de TPs et examen intermédiaires
- Examen en fin de module

- **Enseignante :**

- Marie-Agnès Peraldi-Frati : Cours TD/TP

map@unice.fr

Outils utilisés

- Simulateur réseau développé par CERTA (logiciel libre équivalent)
 - "© Réseau CERTA - Ministère de l'Éducation Nationale - www.reseaucerta.org"
 - <http://www.reseaucerta.org/outils/outils.php?num=236>
- Analyseur de trames réseaux : Wireshark
 - <http://www.wireshark.org/>
- Configuration réseau avec Packet Tracer © Cisco
 - <http://cisco-packet-tracer.updatestar.com/fr>

Bibliographie

| Titre | Auteur | Année | Editeur |
|--|---------------------------|----------------|------------------------------|
| Computer Networking: A Top-Down Approach, 6th ed., | J.F. Kurose and K.W. Ross | 2012 | International Edition |
| Réseaux | Guy Pujolle | 2005 | Eyrolles |
| Réseaux - 4ème édition | Andrew Tanenbaum | 2003 | Pearson Education |
| Réseaux et Internet | Douglas E. Comer | 08/2000 | Campus Press |

Plan du module

- I. Qu'est ce qu'un **réseau** ?
- II. Le modèle OSI, le modèle TCP/IP
- III. **Equipements réseaux** : Différences entre Hub Switch
Routeur
- IV. **La couche physique** : techniques de codage et de
transmission de données
- V. **Couche liaison - Adresse MAC – Protocole Ethernet**
- VI. **La couche réseau** : adressage, routage IP...
- VII. Protocoles **applicatifs et d'administration** réseaux

I – Qu'est ce qu'un réseau ?

Définitions

Réseau (Network) informatique : Ensemble d'ordinateurs et de périphériques connectés les uns aux autres.

- Un **réseau informatique** vise à fournir les moyens **matériels** et **logiciels** pour faire communiquer et permettre **l'échange d'informations entre plusieurs équipements informatiques** de manière souple et fiable.

<http://www.reseaucerta.org/outils/simulateur/notiondereseau.swf>

Dates spéciales

- **1969** : Arpanet a été fondé en connectant quatre ordinateurs situés dans quatre universités américaines
- **1972** : plusieurs pays participant à une conférence de communication à Washington ont défini un protocole de communication commun pour faire connecter les différents réseaux émergents
- **1984** : tous les réseaux émergents se sont connectés entre eux et après une très courte période, ces réseaux ont communiqué avec le 'même langage' TCP/IP et le nouveau nom des réseaux devient l'INTERNET
- **1991** : normes http et html créées. Ces normes donnent naissance au World Wide Web.
- **1994** : Netscape Navigator

Classification des réseaux (1)

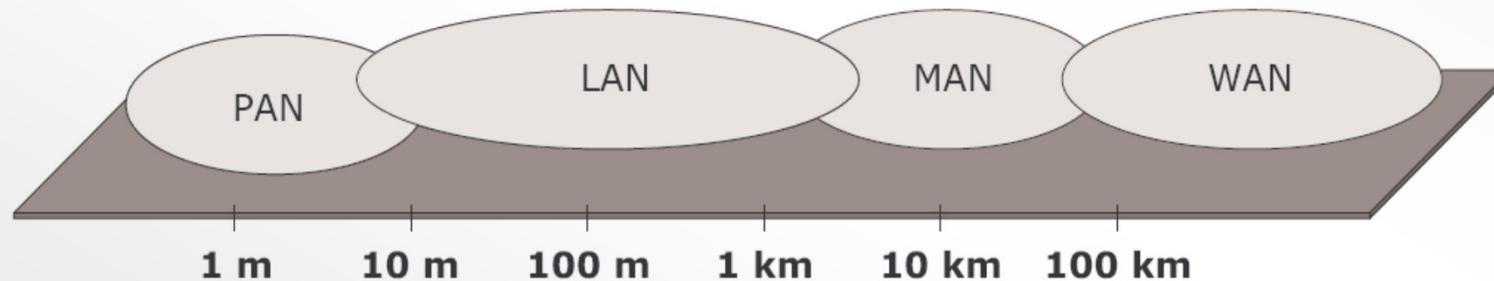
- Distinction selon la **couverture géographique** :
 - **LAN**, *Local Area Network*, réseau local, étendue géographique peu importante.
 - **MAN**, *Metropolitan Area Network*, réseau métropolitain ou de campus, étendue de quelques km.
 - **WAN**, *Wide Area Network*, couverture géographique importante, réseau grande distance (nationale, ou internationale)
- Distinction selon l'**infrastructure** :
 - Réseaux fixes
 - Réseaux mobiles
- Distinction selon le **type de service** offert :
 - Réseau de support, offre des moyens de transport de l'information (Télépac)
 - Réseau de service, offre un ensemble de téléservices (messagerie, vidéotexte, etc.)

Classification des réseaux (2)

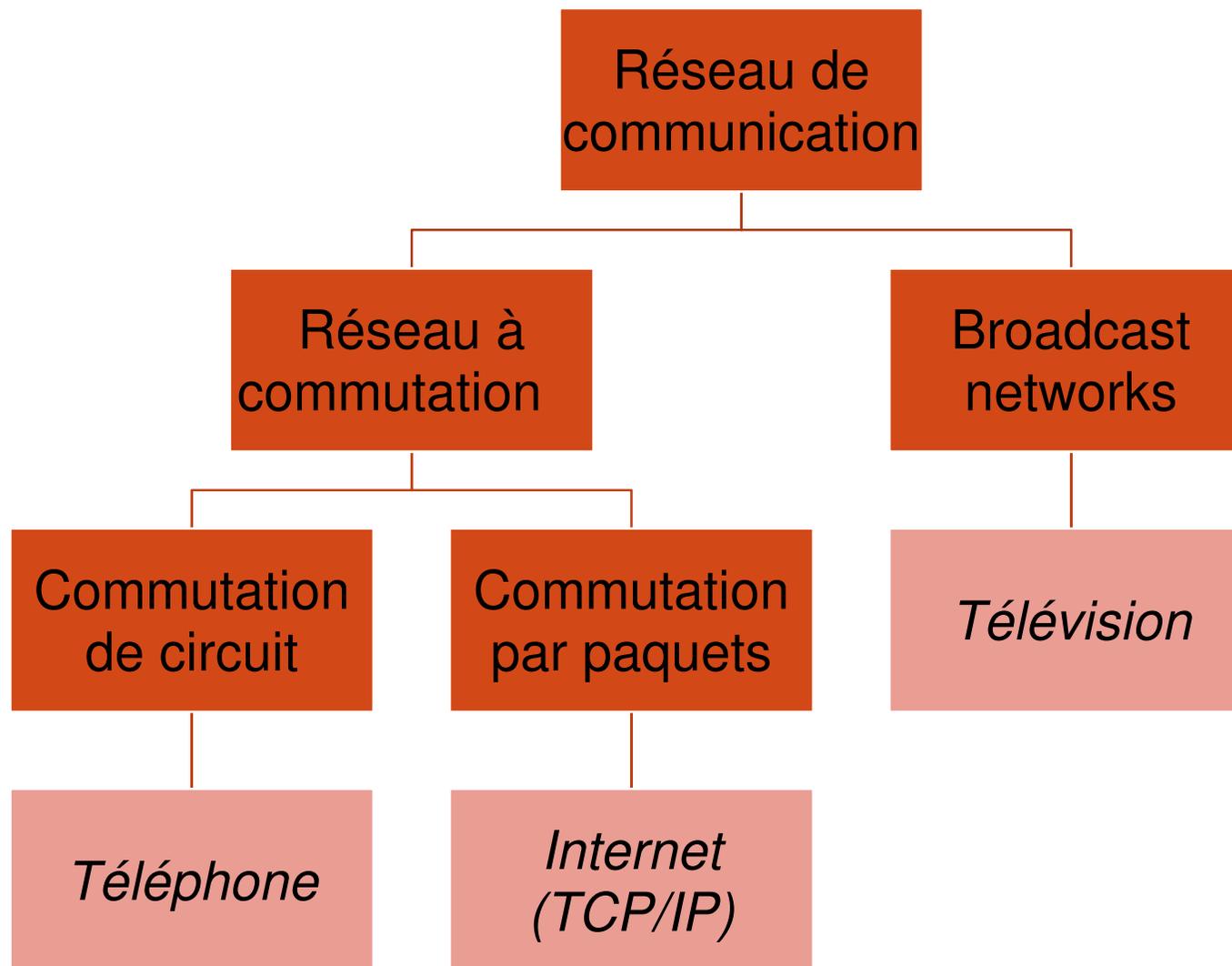
- Distinction selon un **critère organisationnel** :
 - Réseaux privés
 - Réseaux publics
 - Réseaux virtuels (VPN)
- Distinction selon la **capacité à transmettre des données**
 - Réseaux haut débit, réseaux multimédia
- Distinction selon le **mode de diffusion** :
 - Réseaux de diffusion (ex : radiodiffusion)
 - Réseaux de collecte (ex : réseaux de télémessure)
 - Réseaux à commutation (ex : RTC, Internet)
- Distinction selon le **domaine d'application**
 - LAN (Local Area Network) : réseaux locaux d'entreprise
 - Réseaux Locaux Industriels (RLI) , Réseaux de terrain , Réseaux

Classification par taille

| | | |
|------------|----------------------------------|------------------------|
| PAN | <i>Personal Area Network</i> | (réseau personnel) |
| LAN | <i>Local Area Network</i> | (réseau local) |
| MAN | <i>Metropolitan Area Network</i> | (réseau métropolitain) |
| WAN | <i>Wide Area Network</i> | (réseau étendu) |



Modes de transmission / Protocoles



Pour assurer la communication, il faut...(1)

1. Adresser l'information au bon destinataire et lui indiquer l'identité de l'émetteur
2. Adopter une stratégie commune pour la représentation des données
3. Détecter les erreurs qui peuvent survenir lors de la transmission
4. Décomposer les messages trop longs en plusieurs morceaux

Pour assurer la communication, il faut...(2)

5. Assurer le réassemblage, chez le destinataire, d'un message décomposé
6. Détecter la perte de morceaux qui empêche le réassemblage
7. Coder l'information à transmettre pour l'adapter au support de transmission
8. Gérer les congestions du réseau

Importance de la standardisation

Peu de domaines ont autant besoin de standardisation

- Multiplicité des techniques réseaux
- La communication s'effectue entre systèmes hétérogènes
- Les équipements matériels et logiciels sont fournis par des constructeurs informatiques concurrents

Plusieurs standards sont apparus :

- **standards propriétaires réservés à un constructeur** : SNA d'IBM, NetWare de Novell, DECnet de Digital, ...
- **standards ouverts** : OSI de l'ISO, IEEE 802.*, X.25, ...
- **standards ouverts de facto** : TCP/IP, Ethernet, ...

La normalisation

- Deux organismes de normalisation de droit s'occupent des réseaux informatiques
 - ISO (International Standardization Organization)
 - UIT-T (Union Internationale des Télécommunications)
- La normalisation est menée par
 - ISOC (Internet Society)
 - IETF (Internet Engineering Task Force)

Protocole de communication

- **Protocole** : Un protocole réseau est **un ensemble de règles et de procédures de communication** utilisées de part et d'autre par toutes les stations qui échangent des données sur le réseau pour satisfaire des objectifs bien déterminés
- **Objectifs** : utiliser du canal de communication permettant le transfert fiable de données de bout en bout , etc.
- **Ex** : Ethernet, IP, ARP, TCP, UDP, http ...

Pile de protocoles

- **Pile de Protocole** : combinaison de plusieurs protocoles qui collaborent . Dans une pile de protocole, les différents protocoles sont organisés, ordonnés, hiérarchisés, les uns à la suite des autres, afin d'accomplir un ensemble de
- **Objectifs** :
 - La communication dans des environnements **hétérogènes** : **ordinateurs** différents sur le même réseau
 - La coopération de **systèmes** d'exploitation différents sur le même réseau
 - La jonction de réseaux utilisant des **protocoles** différents :
- **Ex** : modèle OSI, TCP-IP

Topologie des réseaux

- **Topologie physique**

- Supports de transmission (câbles, optique, hertzien)
- Equipements d'interconnexion (routeurs, hub, switch, bridge)
- Equipements terminaux (stations, serveurs, périphériques, capteurs, automates ...)
- Mode d'interconnexion (étoile, bus, anneau, arbre...)
- Mode de diffusion (point-à-point, diffusion)

- **Topologie logique**

- Types de communication (uni – bidirectionnelle)
- Mode d'interconnexion émulation (étoile, bus, anneau, arbre...)
- Modes de transmission / Protocole (commutation paquets, circuits, messages)

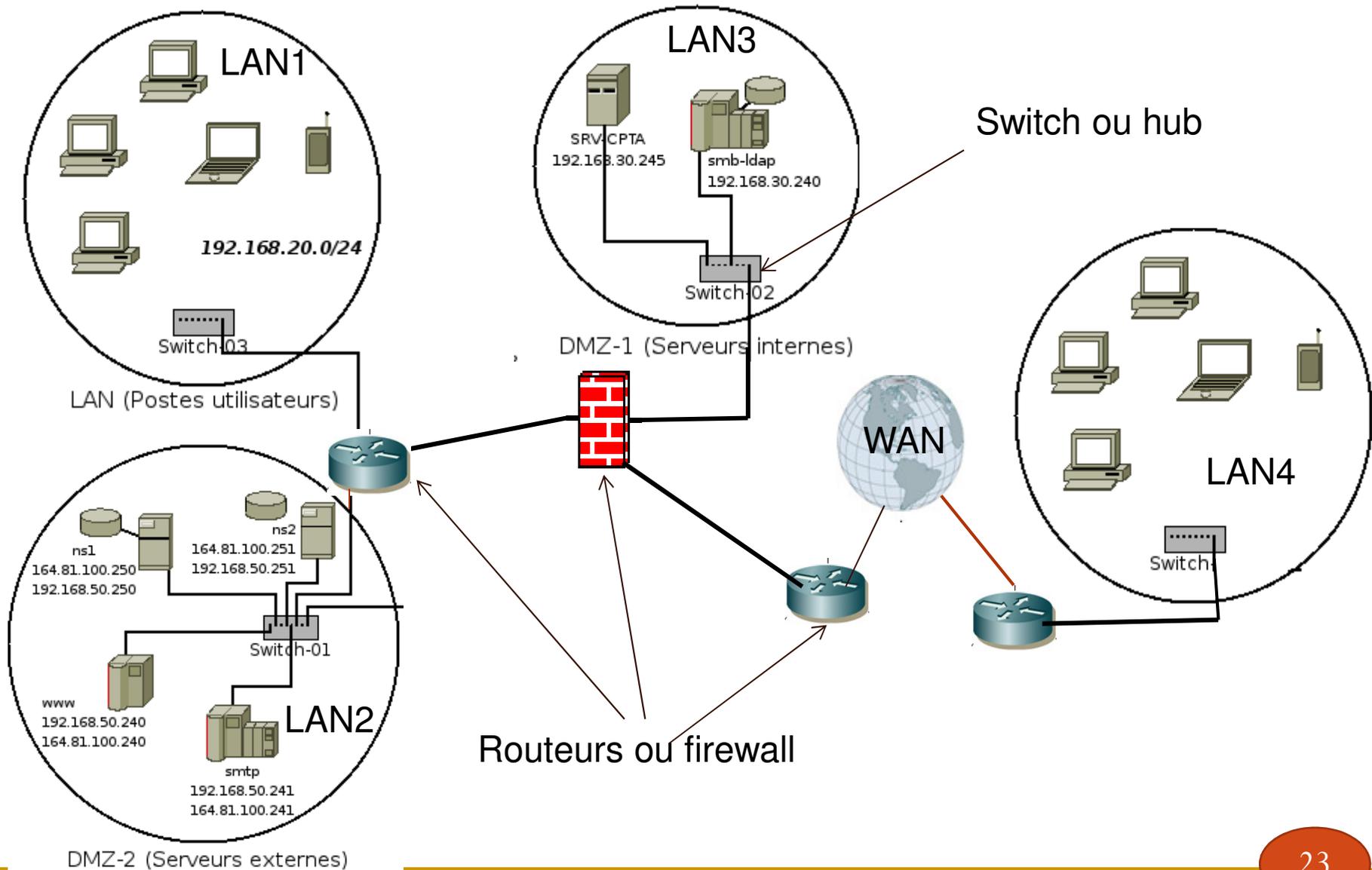
Définitions :

- Le **débit binaire** est une mesure de la quantité de données numériques transmises par unité de temps. Il est le plus souvent exprimé en **bits** par **seconde** (bit/s, b/s ou bps)
- **Temps de transmission** (s) : temps nécessaire à un nœud (équipement réseau) pour envoyer le paquet sur le media
- **Temps de propagation** : temps nécessaire à un paquet pour se rendre d'un point A vers un point B

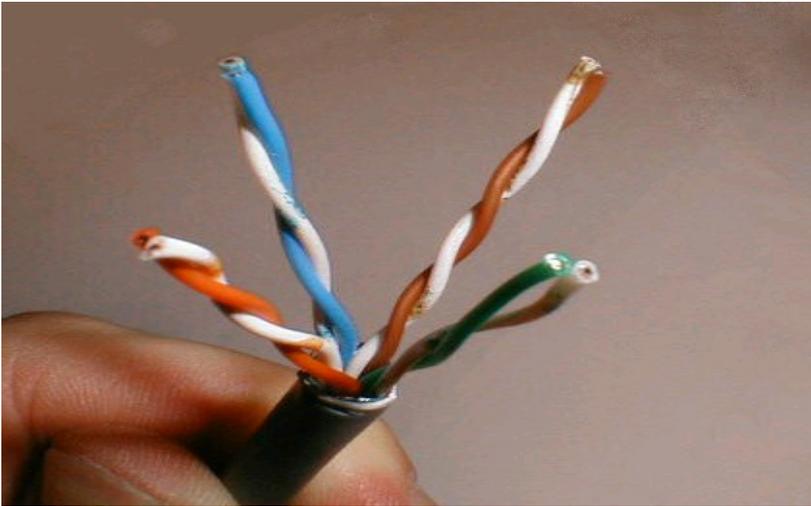
Equipements d'interconnexion et terminaux

- Les ordinateurs
- Les concentrateurs ou *Hubs*
- Les commutateurs ou *Switchs*
- Les routeurs ou passerelles (*Gateways*)
- Les Pont réseau ou *bridges*
- Les coupe-feux ou *Firewall*

Architecture des réseaux



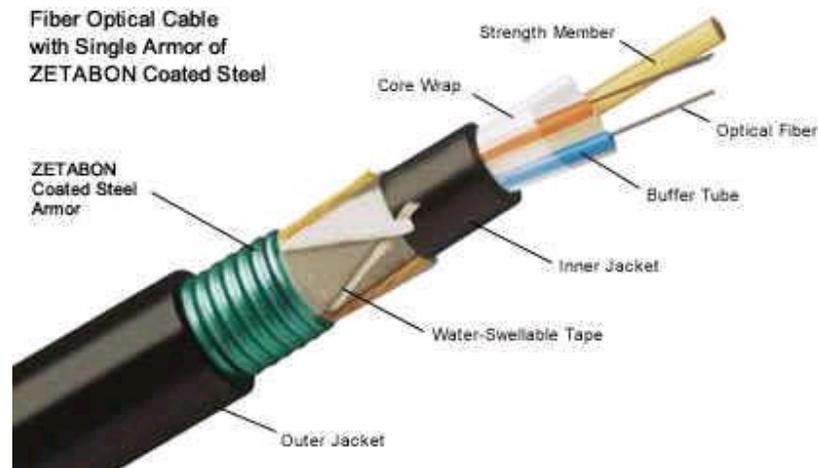
Les supports de transmission



Paire torsadée / électrons



Câble coaxial / électrons



Câble optique / lumière



Ondes hertziennes / air

Comparaison des supports de transmission

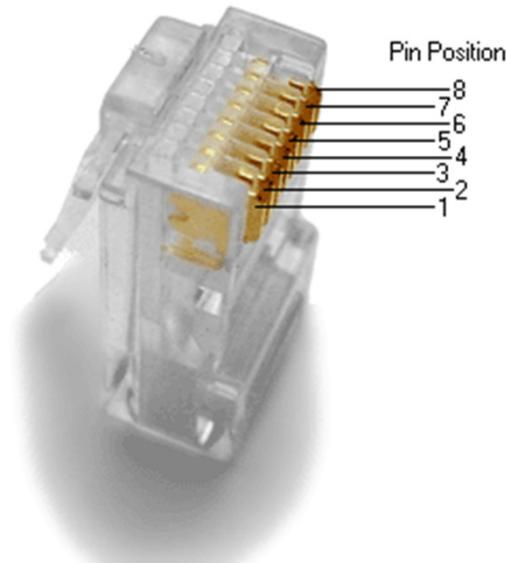
| | Paire Torsadée | Câble coaxial (bande de base) | Câble coaxial (large bande) | Fibre Optique | Ondes |
|--------------------------------|--|---|--|--|--|
| connecteur | RJ11 (6b) , RJ45 (8b) | Prise vampire - BNC | Prise vampire - BNC | BNC | |
| Vitesse de transmission | 4 Mb/s à 1 Gb/s | 10Mb/s | 10Mb/s | 1 Tb/s | 1Mbit/s (BT) 11 à 54mb/s (WiFi) 100kb/s à 2Mb/s (GPRS) |
| Distance | 10BASE-T Max 100m | 10KM à 70km | 10KM à 70km | >100km -> 3000km | qq mètres 60 mètres 3km |
| Plus | s'adapte facilement à l'existant coût de maintenance faible, coût faible | Grande immunité face au bruit, facile à installer, faible coût de maintenance | Supporte la transmission image, voix , données. Grande immunité au bruit. Physiquement résistant. | Supporte la transmission de l'image, voix et données. Très large bande passante. Grande immunité face au bruit. Très sécurisé. | Pas de support, facilité de déploiement Supporte la transmission de l'image, voix et données. Capacité dépend de la bande de fréquence |
| Moins | Peu résistant physiquement. vitesse et distance limitée, faible immunité au bruit et au crosstalk | Peu résistant physiquement. vitesse et distance limitée, plus couteux que la paire torsadée | Très difficile à installer, coût de maintenance très élevé, cout globalement plus élevé que les deux précédents | Très difficile à installer Coût élevé | Sécurisation plus importante Qualité du signal dépend de l'environnement |

Connecteur RJ45

Un connecteur **RJ45** est une *interface physique* souvent utilisée pour terminer les câbles de type paire torsadée. « RJ » vient de l'anglais *Registered Jack* (prise jack enregistrée)

Il comporte 8 broches de connexions électriques.

Une utilisation très courante est le câblage Ethernet qui utilise habituellement 4 broches (2 paires). D'autres applications sont par exemple les connecteurs des téléphones de bureaux ou les application de réseaux informatiques comme l'ISDN.



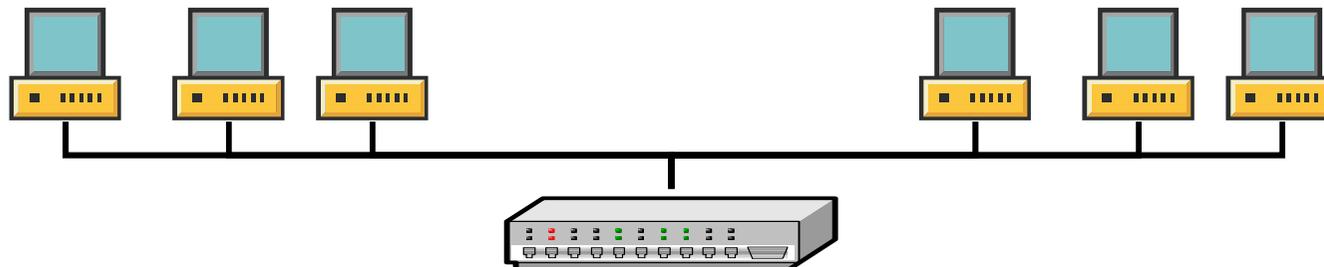
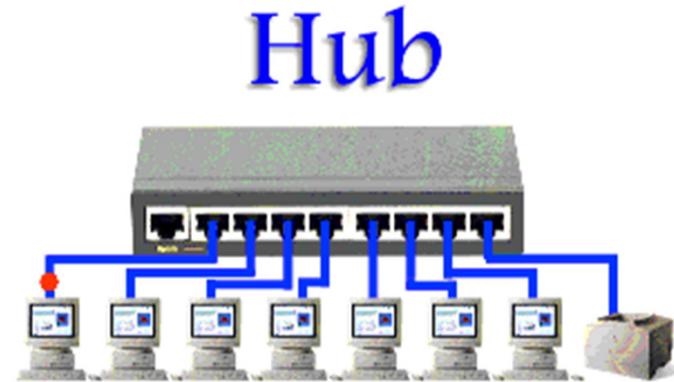
Câblage RJ45 et entre équipements

| RJ-45 Connector Pinout | |
|------------------------|--------|
| Pin | Signal |
| 1 | TX+ |
| 2 | TX- |
| 3 | RX+ |
| 6 | RX- |

| | Hub | Switch | Router | Workstation |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Hub | Crossover | Crossover | Straight | Straight |
| Switch | Crossover | Crossover | Straight | Straight |
| Router | Straight | Straight | Crossover | Crossover |
| Workstation | Straight | Straight | Crossover | Crossover |

Ethernet Hub

- Equipement au niveau physique (1)
- Reçoit les trames (couche liaison) d'un port et les diffusent (broadcast) sur toutes ses sorties
- Mauvais du point de vue sécurité
- Cet équipement est équivalent au répéteur multiport
- Si la bande passante est de 100Mbps, elle sera partagée par tout les PCs connectés au hub



Switch

- Equipement au niveau liaison (2)
 - Permet d'offrir plus de la bande passante par rapport au cas où les nœuds partagent le même canal de communication
 - Reçoit les trames d'un port et l'envoie juste vers la porte (entrée/sortie) connectant avec la destination correspondante en se basant sur l'adresse MAC
 - Utilise la table de contenant les adresses MAC et les sorties correspondantes
 - Divise automatiquement **le réseau en plusieurs segments**
 - La bande passante n'est pas divisée par le nombre de segments.
 - Attention aux boucle lors du câblage d'un switch
 - Standard → **Spanning Tree protocol**
 - Proprietary → **Hirschmann HyperRing**
- http://www.industrialnetworking.com/Flash/Ring_Redundancy.html

Switch



Routeur

Routeur



- Un routeur a une **fonctionnalité étendue** par rapport au switch
- Il **externalise sur internet** les paquets si ils ont un destinataire en dehors du réseau local.
- Si le destinataire n'est **pas dans le même réseau local**, le routeur **détermine une route** vers l'endroit destination du paquet.
- Le routeurs **utilise l'adresse réseau** contenue dans la paует pour envoyer le paquet dans la bonne direction.
- Le routeur travaille au **niveau 3**

Pare-Feux Firewall

- Routeur aux fonctionnalités étendues,
- permet une sécurité accrue (Access Control List),
- placés en front d'accès extérieur de manière à protéger le(s) réseau(x) interne(s);
 1. filtrage des requêtes FTP, HTTP, et autres services
 2. prévention contre les chevaux de Troie ou virus par filtrage E-mail, etc,
 3. vérification et enregistrement de toutes les communications.

Résumé simplement...

| | | Protocoles étudiés en cours | Equipements |
|---|-------------|--|-------------|
| 5 | APPLICATION | HTTP – FTP – SMTP – POP – IMAP – TELNET | |
| 4 | TRANSPORT | TCP – UDP | |
| 3 | RESEAU | IP (v4 ou v6) - ICMP – ARP @IP | ROUTEUR |
| 2 | LIAISON | ETHERNET – WIFI – CSMA/CD et CSMA/CA – VLAN - @mac | SWITCH |
| 1 | PHYSIQUE | | HUB |

II – Modèle OSI et TCP-IP

Le modèle OSI (Open System Interconnection) de l'ISO

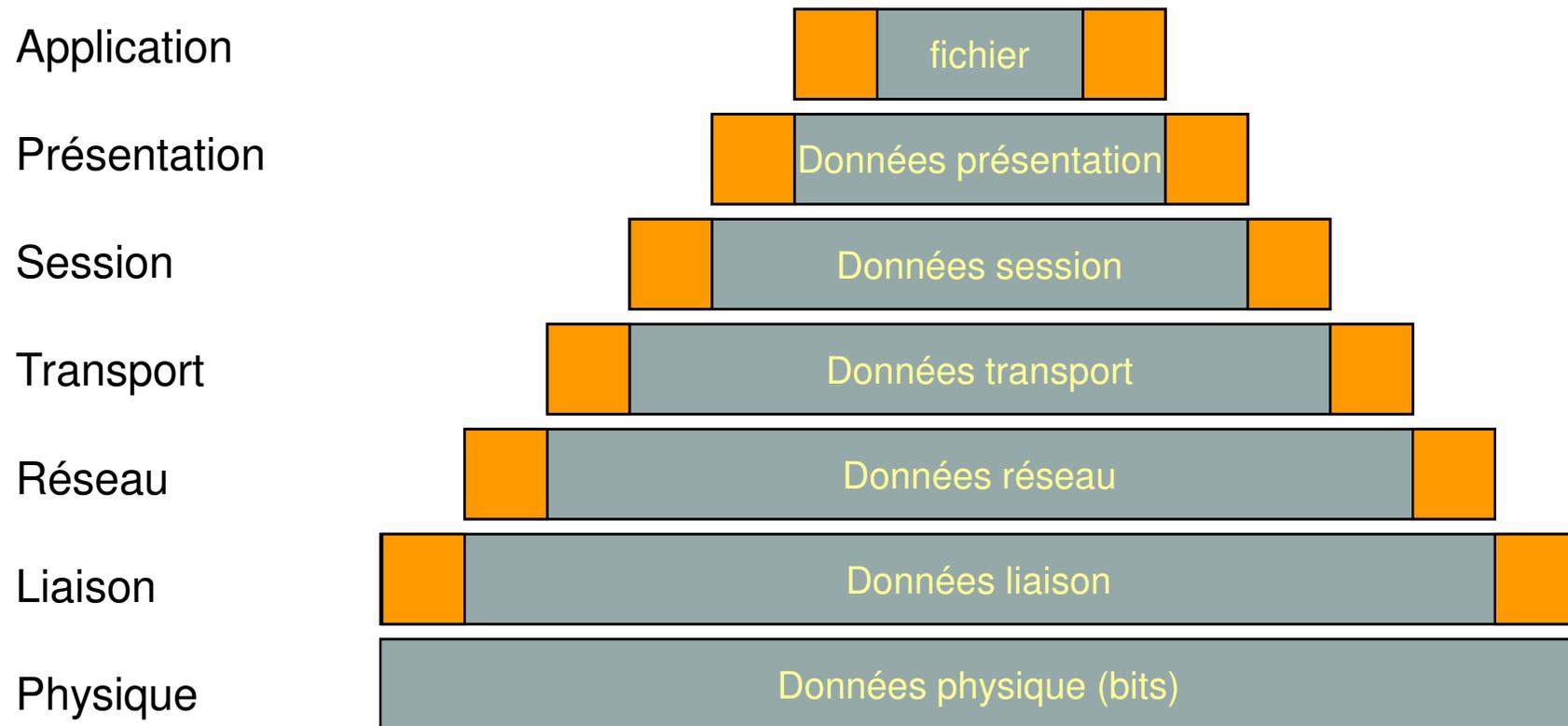
- **But** : régler les problèmes d'interconnexion des systèmes hétérogènes (logiciel et matériel)
- **Principe** : Les fonctions remplies par un système de télécommunication sont segmentées en **couches superposées**
 - permettant de diviser l'ensemble des fonctions en modules,
 - possédant chacune une tâche bien définie.
 - chaque couche (excepté la couche la première) se sert des fonctions remplies par les couches inférieures pour remplir sa propre fonction
- Normalisé au début de 1980

Modèle OSI

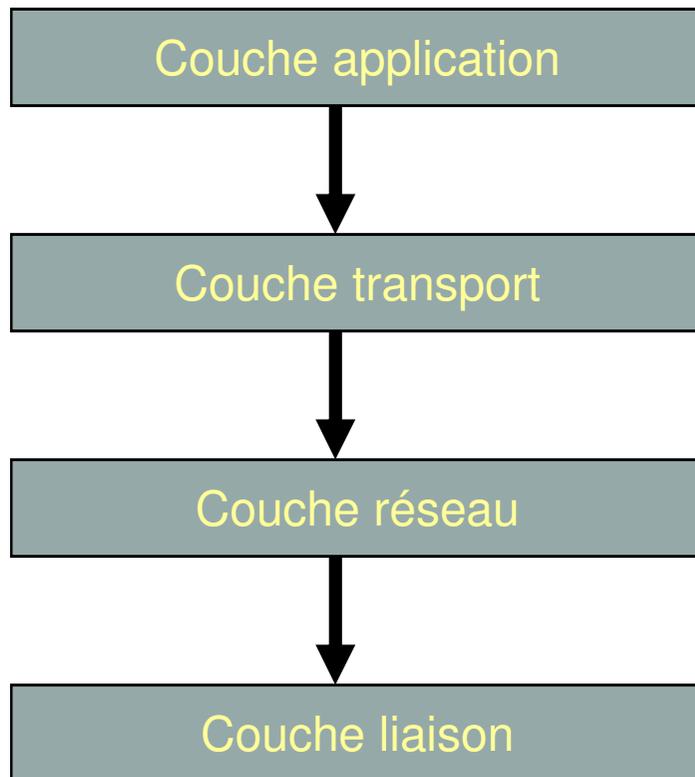
| | |
|---|--------------------|
| 7 | Application layer |
| 6 | Presentation layer |
| 5 | Session layer |
| 4 | Transport layer |
| 3 | Network layer |
| 2 | Data Link layer |
| 1 | Physical layer |

Les couches dans les paquets

Chaque couche encapsule la précédente



TCP/IP: modèle équivalent



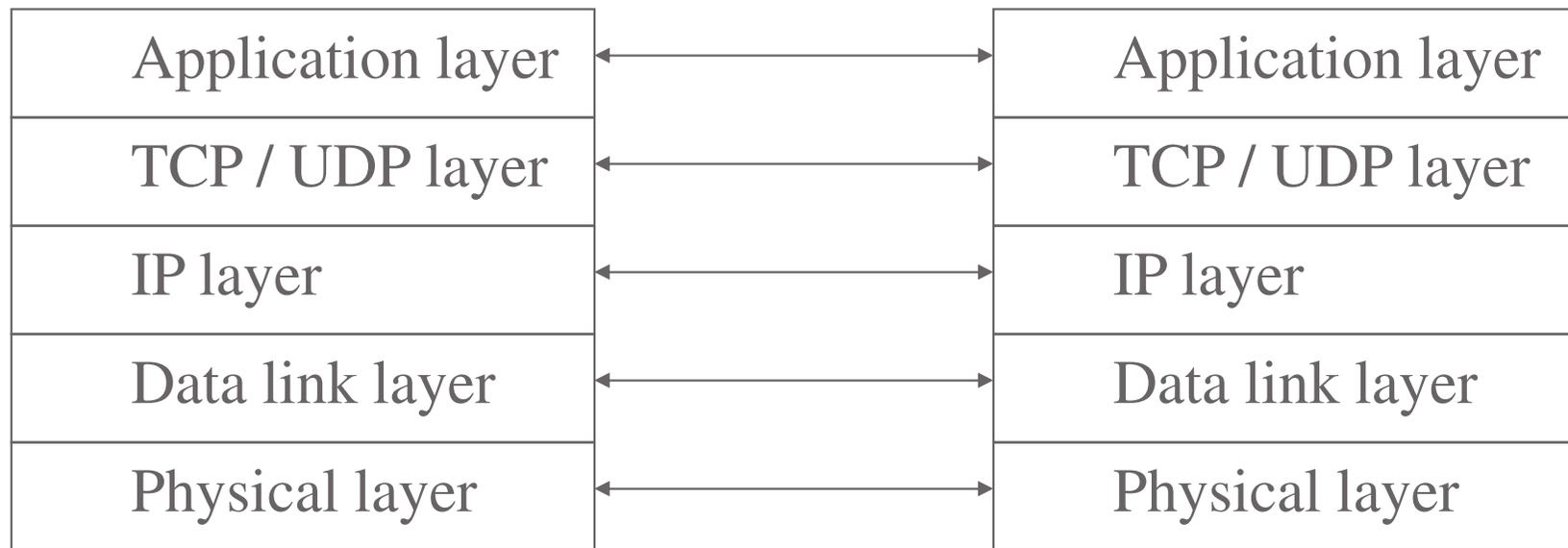
Echange de données entre applications
(HTTP, HTTPS, SMTP)

Liaison entre deux machines
(TCP, UDP)

Adressage Internet, Routage, Acheminement
des paquets (IP, ICMP)

intégration avec le
Hardware (Ethernet, PPP, Token ring, 802.11x)

TCP/IP



1^{er} et 2^{ème} niveaux (layers)

- Les deux plus bas niveaux (physique et liaison de données - physical and data link) acheminent les PDU entre les machines d'un même LAN
- **Couche 1 - Physique** : transmet des bits de façon brute sur un support. Détermine la nature des signaux, la durée des bits, les connecteurs physiques.
- **Couche 2 – Liaison** : transfère de l'information sous forme de trames, détection et correction d'erreurs, échange entre nœuds voisins.
Adressage physique des nœuds.
- On trouve plusieurs médias et plusieurs protocoles à cet effet
 - ethernet,
 - token ring,
 - ATM,
 - Wifi .

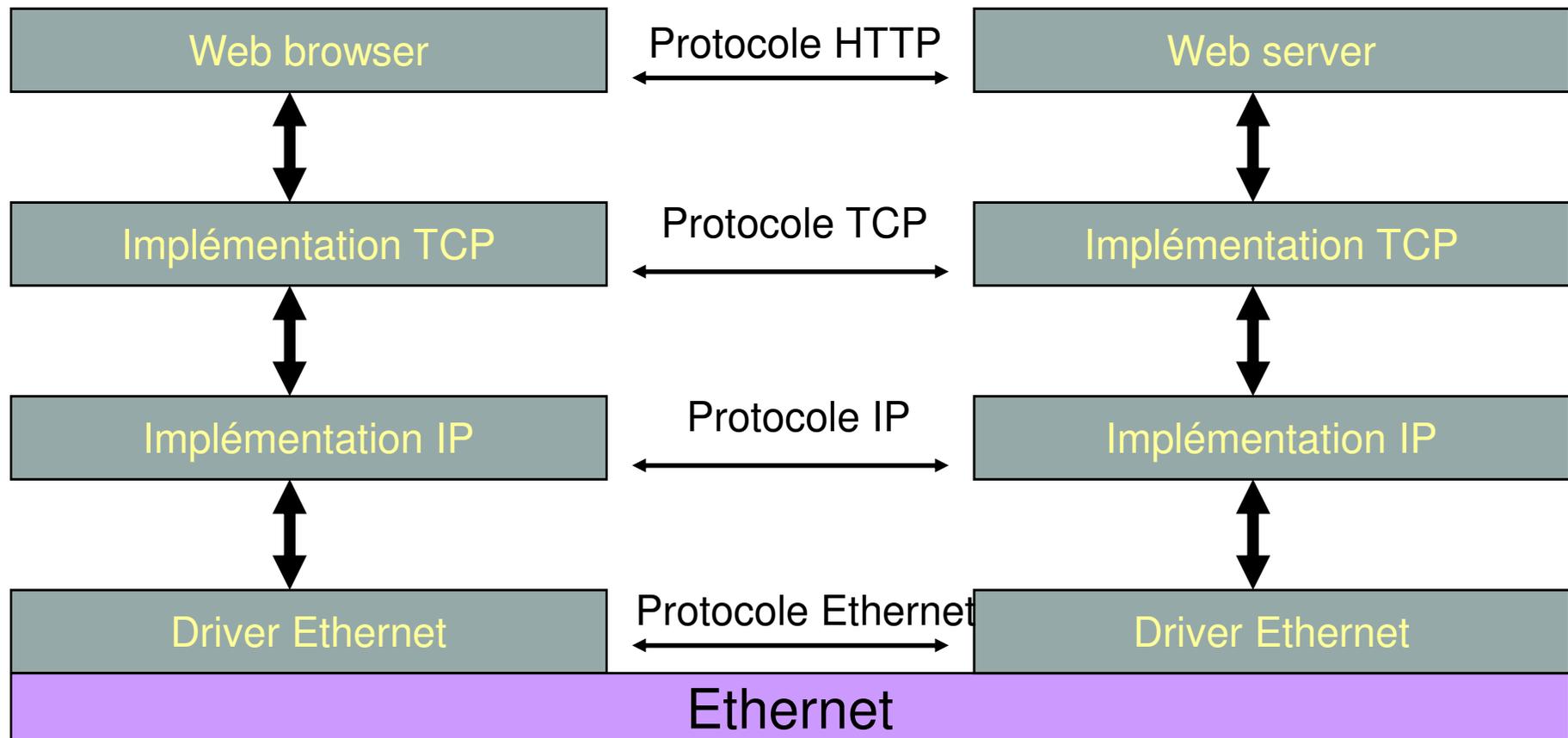
3^{ème} niveau - Internet Protocol

- **Couche 3 – Réseau** : achemine des paquets de bout à bout : routage à travers les réseaux et noeuds intermédiaires.
Contrôle le flux : *Adressage logique des noeuds*.
- Internet protocol (IP) achemine les paquets entre des machines au travers de réseaux
- Chaque machine possède une **adresse IP unique** pour l'identifier
- Une **route** doit exister entre la machine source et la machine de destination

3^{ème} niveau - Internet Protocol

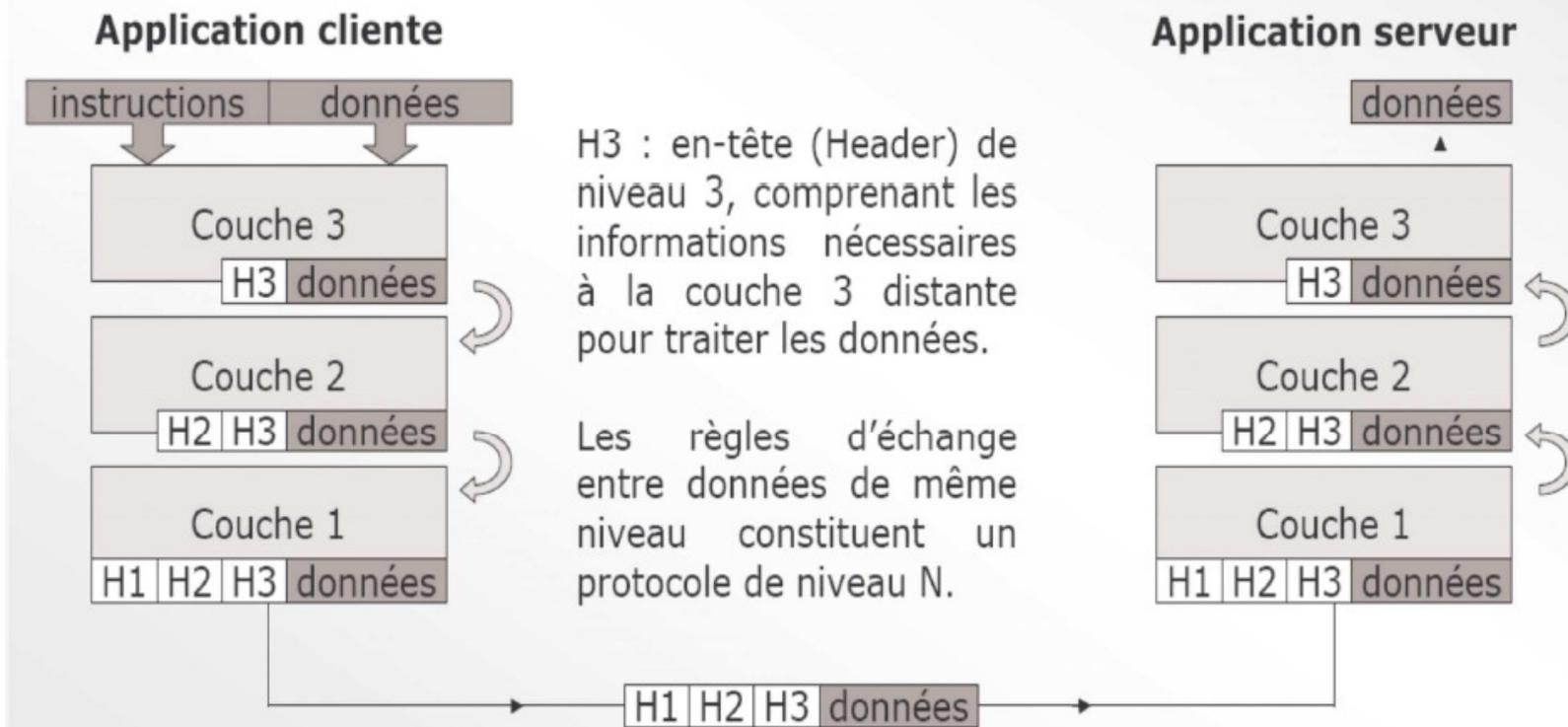
- **Couche 4 – Transport** : assure le transport de l'information de bout en bout de la connexion, procédure de connexion et déconnexion.
- **Couche 5 – Session** : organise l'échange de données et structure le dialogue entre les applications.
- **Couche 6 – Présentation** : gère les différences de syntaxe de l'information (alphabet, présentation de graphiques etc.). Offre des mécanismes de sécurité d'accès à l'information, de cryptage, de compression.
- **Couche 7 – Application** : protocoles applicatifs pour le dialogue entre applications. Les applications accèdent aux services réseaux par les services de cette couche.

Exemple Web



Encapsulation TCP/IP

Exemple : modèle simplifié à trois couches

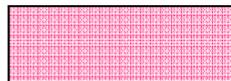


Ce qui circule sur Internet :

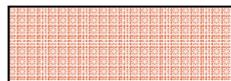
| | | |
|------|---|--------------------|
| 0000 | 00 04 de 1f 78 0a 00 1c 23 11 2b 5c 08 00 45 00 |x... #.+\\..E. |
| 0010 | 00 28 a9 d7 40 00 80 06 b5 cd 8a 60 f1 58 48 0e | .(..@... ..`.XH. |
| 0020 | d7 63 05 3e 00 50 92 43 82 a4 cd e5 8b f2 50 10 | .c.>.P.CP. |
| 0030 | fb 5e a4 fc 00 00 | .^.... |



couche 4 transport : TCP



couche 3 réseau : IP



couche 2 liaison : ethernet