Les réseaux

I-CH Module 117
Mettre en place l'infrastructure informatique d'une petite entreprise

Alexandre Devaud
devauda@edufr.ch

Les modules réseaux ICT

1ère année:

M117 Mettre en place l'infrastructure informatique d'une petite entreprise
M123 Activer les services d'un serveur
M122 Automatiser des procédures à l'aide de scripts

2ème année:

M114 Mettre en œuvre des systèmes de codification, de compression et d'encryptage.
M129 Mettre en service des composants réseaux
M184 Implémenter la sécurité réseau

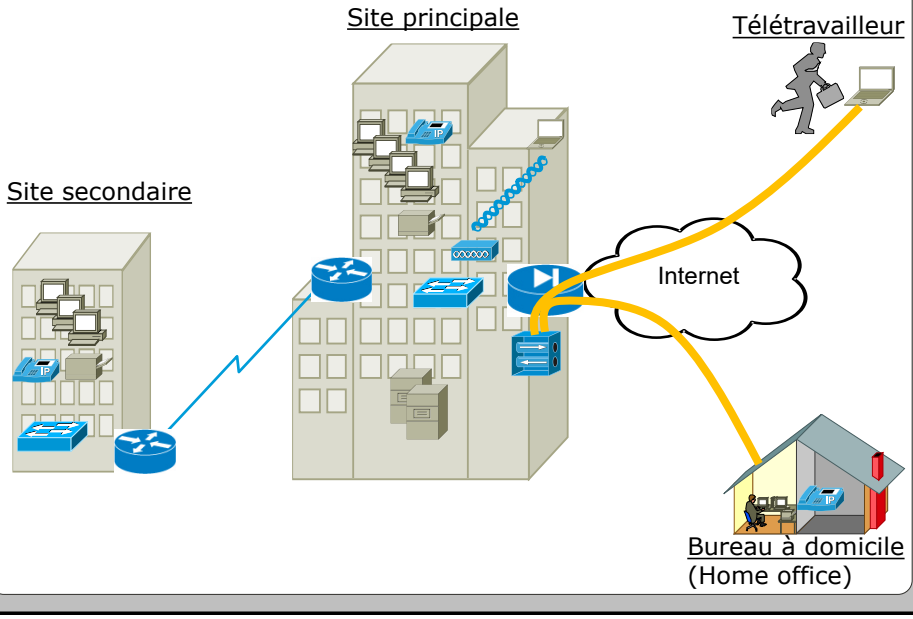
3ème année:

M145 Exploiter et étendre un réseau
M300 Intégrer des services réseau mutli-plateformes

4ème année:

M182 Mettre en œuvre la sécurité système

Les modules réseaux I-CH



Les modules réseaux I-CH

Un réseau informatique de l'entreprise « BUBU SA » a les besoins suivants:

- Un site principal avec un réseau LAN, des imprimantes réseaux et les serveurs de l'entreprise.
- Un site secondaire avec un réseau LAN et des imprimantes réseaux.
- Une liaison entre les 2 sites, afin que le site secondaire puisse utiliser les serveurs et la connexion internet du site principal.
- Un réseau LAN sans fils (Wireless LAN = WLAN) sur le site principal.
- Une solution de téléphonie IP sur les 2 sites.
- La possibilité pour les télétravailleurs de se connecter au réseau de l'entreprise par une liaison sécurisée au travers de l'Internet.

(Virtual Private Network = VPN)

- La possibilité pour le personnel de l'entreprise de se connecter au réseau de l'entreprise par une liaison sécurisée au travers de l'Internet et de recevoir des appels téléphoniques professionnels.

Objectifs:

- Vous pouvez catégoriser les différents composants d'un réseau.
- Vous comprenez la structure et la fonction des protocoles.
- Vous comprenez le rôle du modèle en couches et pouvez placer les protocoles dans les différentes couches.

Introduction

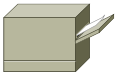
6

6

Les composants d'un réseau

Les composants physiques d'un réseau peuvent être:

•Les équipements utilisateurs, par exemple pc, scanner, imprimante.



•Les équipements réseaux, ils permettent aux équipements utilisateurs de communiquer entre eux, par exemple, carte réseau, modem commutateur et routeur.

7

Les composants d'un réseau

•Les médias réseaux sont les composants permettant de transporter les signaux entre les équipements réseaux et les utilisateurs, par exemple, fibre optique, câble de cuivre ou signal radio.

Les protocoles

Les données sont transportées à l'aide de protocoles. Un protocole est un ensemble de règles utiles au transport des données. Aujourd'hui plusieurs protocoles sont nécessaires pour transporter les données, chacun d'eux s'occupent alors d'une tâche particulière.

Quelques exemples de règles nécessaires à la communication dans un réseau informatique :

•Dans quel format les données sont-elles envoyées (par exemple une page web)?

•Comment se présente les données (par exemple, texte, image, MP3, HTML)?

•Quel adressage est utilisé (par exemple IP et Mac)?

•A quelle vitesse les données sont-elles envoyées (bande passante Mbit/s)?

•Quelle tension sur le câble est utilisée pour un 0 ou un 1 binaire?

•Etc.

Une langue permet à des personnes de communiquer, de même un protocole permet à des équipements informatiques de communiquer.

Les protocoles

Les protocoles sont implémentés en software dans des systèmes d'exploitation, par exemple les protocoles TCP/IP peuvent être installés, désinstallés et configurés sur Windows.

Un protocole simple peut également être implémenté de façon hardware, par exemple le protocole Ethernet est en partie implémenté dans la puce électronique des cartes réseaux.

Les informations nécessaires au transport des données sont transportées dans le même datagramme que les données elles-mêmes, on appelle cette partie du datagramme **l'en-tête** (anglais – **Header**).

L'en-tête contient des informations très importantes permettant aux informaticiens de comprendre et analyser les protocoles.

Qui écrit les normes?

Internet Engineering Task Force - IETF

L'**IETF** est un groupe informel, international, ouvert à tout individu, qui participe à l'élaboration de standards pour Internet. L'IETF produit la plupart des nouveaux standards d'Internet.

Le travail technique est accompli dans une centaine de groupes de travail. En fait, un groupe est généralement constitué d'une liste de courriers électroniques. L'IETF tient trois réunions par année.

http://www.ietf.org/rfc.html

Exemple: Protocole TCP RFC-793

Module 129/Standard IEEE IETF/ IETF TCP rfc793.pdf

Qui écrit les normes?

Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE
L'**IEEE** est une organisation à but non lucratif. L'IEEE compte plus de 390 000 membres.

L'IEEE est constituée d'ingénieurs électriciens, d'informaticiens, de professionnels du domaine des télécommunications, etc. L'organisation a pour but de promouvoir la connaissance dans le domaine de l'ingénierie électrique (électricité et électronique).

Dans le domaine des réseaux informatiques, l'IEEE travaille principalement sur les protocole de couche 2 (Ethernet, Wireless LAN, …).

http://standards.ieee.org/about/get/802/802.3.html

Exemple: Protocole Ethernet 802.3
Module 129/Standard IEEE/IEEE 802.3.pdf

Les en-têtes des protocoles

L'en-tête est la partie du datagramme contenant toutes les données d'un protocole. On y trouve entre autres les adresses et la longueur des datagrammes. A la suite de l'en-tête on trouve les données transportées par le protocole.

L'en-tête des différents protocoles peut être capturée sur une carte réseau et analysée à l'aide d'une application appelée analyseur de protocole ou Sniffer (application Open-Source Wireshark).

Les en-têtes des protocoles

L'image suivante représente l'en-tête du protocole IP:

```
⊟ Internet Protocol, Src: 192.168.0.51 (192.168.0.51), Dst: 192.168.0.184
    Version: 4
    Header length: 20 bytes
  ⊞ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
    Total Length: 40
    Identification: 0x7c67 (31847)
  ⊞ Flags: 0x00
    Fragment offset: 0
    Time to live: 30
    Protocol: TCP (6)
  ⊞ Header checksum: 0x9e2d [correct]
    Source: 192.168.0.51 (192.168.0.51)
    Destination: 192.168.0.184 (192.168.0.184)
```

Remarque:
L'utilisation de l'analyseur de protocole est un excellent moyen d'apprentissage du fonctionnement d'un réseau.

Mises en garde:
L'analyseur de protocole permet également de visualiser des données privées comme par exemple des mots de passe non encryptés.
N'utilisez jamais un analyseur de protocole dans votre entreprise sans un ordre écrit de votre supérieur.

Questions de répétition

1) Qu'est-ce qu'un protocole de réseau?

2) Définisser l'en-tête et les champs de l'en-tête ?

3) Trouver la signification du champ TTL (Time To Live) de l'en-tête d'un paquet IP.

Objectifs:

- Expliquer les rôles des modèles OSI et TCP/IP.
- Expliquer les différentes couches des modèles.
- Expliquer le principe d'encapsulation et de désencapsulation.

Les modèles

16

16

Les modèles en couches

La communication dans les réseaux informatiques actuels est très complexe. De nombreux équipements et programmes contribuent à son bon fonctionnement. En cas de problème il est nécessaire de connaître le rôle de chaque équipement et programme dans la communication.

Une méthode permettant de simplifier un problème complexe consiste à diviser le problème en plusieurs tâches plus simples. Dans les réseaux informatiques le modèle en couches a été développé afin de simplifier la communication entre différents équipements. Chacune des couches remplit la fonction qui lui est attribuée.

Les composants réseaux, comme les commutateurs, les routeurs, les cartes réseaux ou les câbles travaillent sur une ou plusieurs couches.

Il existe deux modèles de couches, le modèle OSI avec ses sept couches et le modèle TCP/IP qui n'a que quatre couches.

17

Les modèles en couches

Le modèle OSI (Open System Interconnection) a été proposé par l'ISO (Organisation Internationale de normalisation) afin de mieux comprendre comment des équipements télécommunications peuvent communiquer entre eux. Ce modèle n'a jamais été mis en pratique, mais il aide à la compréhension.

Le modèle TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) est le modèle de l'Internet. Ce dernier est le plus utilisé. Il est simplifié par rapport au modèle OSI. C'est le modèle de la pratique.

Les modèles OSI et TCP/IP

Couches	Nom des couches du modèle OSI Français	Nom des couches du modèle OSI Anglais	Nom des couches du modèle TCP/IP	Exemples de protocoles
7	Application	Application	Application	**HTTP** **FTP** **HTTPS** **POP3** **SSH**
6	Présentation	Presentation		
5	Session	Session		
4	Transport	Transport	Transport	**TCP ou UDP**
3	Réseau	Network	Réseau ou Internet	**IP,** IPv6, IPX, ICMP
2	Donnée	Data Link	Data Link	**Ethernet** **Token Ring** **802.11, ARP**
1	Physique	Physical	Physical	

Avantages du modèle en couches

Les modèles en couches sont implémentés depuis de nombreuses années et offrent les avantages suivants :

1) Structure : chaque couche ayant son rôle, la recherche de problèmes par le technicien est simplifiée.

2) Vocabulaire : la communication entre les spécialistes réseaux est simplifiée. Vous entendrez souvent des phrases comme « la faute doit se situer en couches réseau » ou « quelle est l'adresse de couche 2 ».

3) Flexibilité : le protocole d'une couche peut être modifié sans toucher aux autres couches.

4) Spécialisation : les développeurs peuvent se concentrer sur une couche sans se soucier des autres couches. Ce qui permet un développement plus rapide.

Les piles (stack) de protocoles

Une pile de protocoles (anglais – protocol stack) est un ensemble de protocoles travaillant ensemble sur différentes couches. En voici quelques exemples :

<u>La pile de protocoles TCP/IP</u>
Il s'agit de la plus importante pile de protocole actuel, composé du protocole IP couche 3 et des protocoles TCP et UDP (couche 4). La pile de protocole TCP/IP contient également des protocoles applicatifs (couches 5-7) de l'internet comme HTTP, FTP ou SMTP.

<u>La pile de protocoles NOVELL</u>
Ces protocoles étaient utilisés il y a quelques années encore entre des serveurs NOVELL et des clients. Sur Windows le client NOVELL utilisait les protocoles IPX (couche 3) SPX (couche 4) et NCP (couches 5-7). Les versions actuelles de NOVELL utilisent la pile TCP/IP au lieu de IPX/SPX.

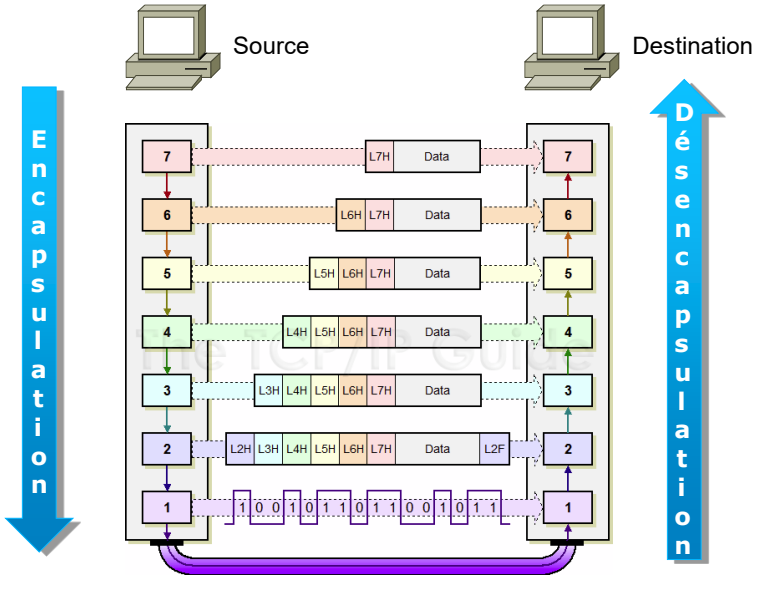
Les piles (stack) de protocoles

La pile de protocoles Appletalk
Ces protocoles étaient utilisés entre les ordinateurs Apple-Macintosh. Dans les versions actuelles du système d'exploitation Mac, le protocole TCP/IP est également utilisé. L'utilisation de TCP/IP simplifie la communication avec d'autres systèmes d'exploitation comme Windows et Linux.

La pile de protocoles Microsoft
Le système d'exploitation Microsoft utilise également une pile avec les protocoles SMB et netbios. SMB (couche 7) et netbios (couche 5) sont des protocoles pour la mise en réseau de fichiers et d'imprimantes sous Windows.

Il y a quelques années le protocole NETBEUI était utilisé comme protocole de couche 3, mais il a été remplacé par TCP/IP.

Transport des données



Rôle des différentes couches

La couche 1 « physique » est chargée de la transmission effective des signaux électriques ou optiques entre les interlocuteurs (ordinateurs).

La couche 1 gère :
Définition des câbles utilisés (Paire torsadée, coaxial,fibre optique)
Définition des connecteurs (RJ-45, BNC)
Codage, signaux électriques, atténuation
Equipements: HUB et répéteur

La couche 2 « liaison de données » gère les communications entre deux machines adjacentes, directement reliées entre elles.

La couche 2 gère :
Protocoles LAN (Ethernet, Token Ring)
Protocoles WAN (PPP, Frame Relay, HDLC)
Trames, adresses MAC, FSC (Frame Check Sequence)
Equipements: Switch, bridge, carte réseau des PC

Rôle des différentes couches

La couche 3 « réseau » gère les communications de proche en proche, généralement entre machines distantes : routage et adressage des paquets.

La couche 3 gère :
Le routage des protocoles IP, IPX et Appletalk
L'adressage logique (l'adressage IP, partie client et réseau)
La fragmentation et défragmentation des paquets trop grands
Equipement: Routeur avec sa table de routage et les protocoles de routage.

La couche 4 « transport » gère les communications de bout en bout entre processus (programmes en cours d'exécution).

La couche 4 gère :
Connexion logique entre les applications avec les ports.
Protocoles TCP et UDP
Numérotation des segments (No de séquence et d'acquittement)
Contrôle de flux

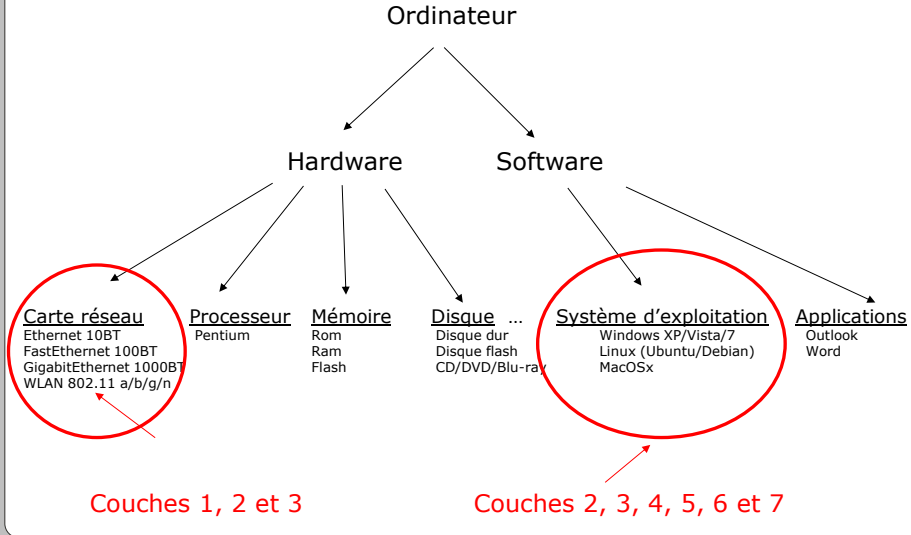
Rôle des différentes couches

Les couches 5, 6 et 7 sont des couches applicatives qui sont groupées dans le modèle TCP/IP. Elles représentent les applications utilisant les services réseaux.

Les couches 5, 6 et 7 gèrent :
Le formatage et le codage des données transmises (ASCII, ZIP)
Interface de programmation (API)
Protocoles:
SMB (Server Message Block) est un protocole permettant le partage de ressources (fichiers et imprimantes) sur des LAN.
HTTP (HyperText Transfer Protocol)
FTP (File Transfer Protocol)
TELNET (Terminal NETwork) et SSH (Secure Shell)
SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)
POP3 (Post Office Protocol)

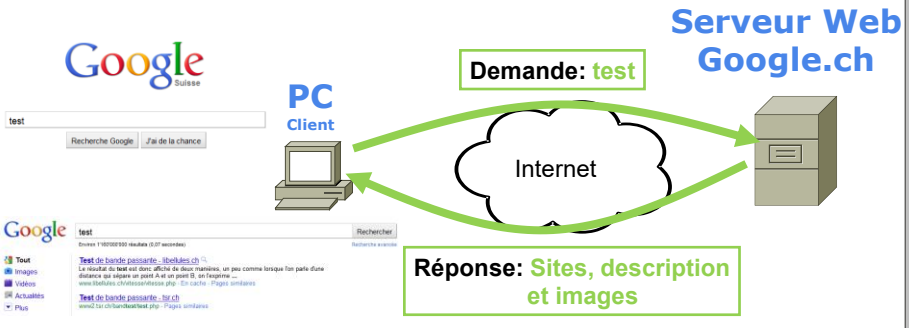
Répartition des tâches sur un PC

Pour connecter un ordinateur à un réseau, il faut:



Analyse d'un paquet

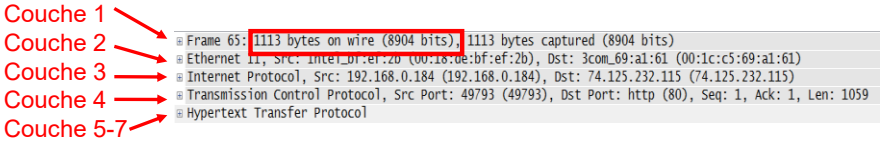
Nous allons faire une recherche avec le mot clé « test » sur le serveur web de google.
Les données à envoyer au serveur de google au travers du réseau est la chaîne de caractères « test ».
Analysons cette demande après l'avoir capturée avec le snifer Wireshark.



Analyse d'un paquet

Avec un codage ASCII, chaque caractère est codé sur 8 bits soit 1 byte.
Pour coder les 4 lettres « test », il faut donc 4 bytes (32 bits).

Le sniffer a capturé 1113 bytes (8904 bits) pour cette demande!!!



Analyse d'un paquet

La couche 2 – Trame Ethernet

```
⊞ Frame 65: 1113 bytes on wire (8904 bits), 1113 bytes captured (8904 bits)
⊟ Ethernet II, Src: Intel_bf:ef:2b (00:18:de:bf:ef:2b), Dst: 3com_69:a1:61 (00:1c:c5:69:a1:61)
  ⊟ Destination: 3com_69:a1:61 (00:1c:c5:69:a1:61)
      Address: 3com_69:a1:61 (00:1c:c5:69:a1:61)
      .... ...0 .... .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
      .... ..0. .... .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
  ⊟ Source: Intel_bf:ef:2b (00:18:de:bf:ef:2b)
      Address: Intel_bf:ef:2b (00:18:de:bf:ef:2b)
      .... ...0 .... .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
      .... ..0. .... .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
    Type: IP (0x0800)
⊞ Internet Protocol, Src: 192.168.0.184 (192.168.0.184), Dst: 74.125.232.115 (74.125.232.115)
⊞ Transmission Control Protocol, Src Port: 49793 (49793), Dst Port: http (80), Seq: 1, Ack: 1, Len: 1059
⊞ Hypertext Transfer Protocol
```

En-tête Ethernet (@MAC source, @MAC destination, type de paquet)

Corps de la trame Ethernet (Paquet IP, segment TCP, message HTTP)

Analyse d'un paquet

La couche 3 – Paquet IP

```
⊞ Frame 65: 1113 bytes on wire (8904 bits), 1113 bytes captured (8904 bits)
⊞ Ethernet II, Src: Intel_bf:ef:2b (00:18:de:bf:ef:2b), Dst: 3com_69:a1:61 (00:1c:c5:69:a1:61)
⊟ Internet Protocol, Src: 192.168.0.184 (192.168.0.184), Dst: 74.125.232.115 (74.125.232.115)
    Version: 4
    Header length: 20 bytes
  ⊞ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
    Total Length: 1099
    Identification: 0x0e76 (3702)
  ⊞ Flags: 0x02 (Don't Fragment)
    Fragment offset: 0
    Time to live: 128
    Protocol: TCP (6)
  ⊞ Header checksum: 0xf3e5 [correct]
    Source: 192.168.0.184 (192.168.0.184)
    Destination: 74.125.232.115 (74.125.232.115)
⊞ Transmission Control Protocol, Src Port: 49793 (49793), Dst Port: http (80), Seq: 1, Ack: 1, Len: 1059
⊞ Hypertext Transfer Protocol
```

En-tête IP (Version, fragment, TTL, protocole couche 4, checksum, @IP source, @IP destination)

Corps du paquet IP (Segment TCP, message HTTP)

Analyse d'un paquet

La couche 4 – Segment TCP

```
⊞ Frame 65: 1113 bytes on wire (8904 bits), 1113 bytes captured (8904 bits)
⊞ Ethernet II, Src: Intel_bf:ef:2b (00:18:de:bf:ef:2b), Dst: 3com_69:a1:61 (00:1c:c5:69:a1:61)
⊞ Internet Protocol, Src: 192.168.0.184 (192.168.0.184), Dst: 74.125.232.115 (74.125.232.115)
⊟ Transmission Control Protocol, Src Port: 49793 (49793), Dst Port: http (80), Seq: 1, Ack: 1, Len: 1059
    Source port: 49793 (49793)
    Destination port: http (80)
    [Stream index: 8]
    Sequence number: 1    (relative sequence number)
    [Next sequence number: 1060    (relative sequence number)]
    Acknowledgement number: 1    (relative ack number)
    Header length: 20 bytes
  ⊞ Flags: 0x18 (PSH, ACK)
    Window size: 17160 (scaled)
  ⊞ Checksum: 0x8c3c [validation disabled]
  ⊞ [SEQ/ACK analysis]
⊞ Hypertext Transfer Protocol
```

En-tête TCP (Port source, port destination, no de séquence, checksum)

Corps du segment TCP (Message HTTP)

Analyse d'un paquet

La couche 5-7 – Message HTTP

```
⊞ Frame 65: 1113 bytes on wire (8904 bits), 1113 bytes captured (8904 bits)
⊞ Ethernet II, Src: Intel_bf:ef:2b (00:18:de:bf:ef:2b), Dst: 3com_69:a1:61 (00:1c:c5:69:a1:61)
⊞ Internet Protocol, Src: 192.168.0.184 (192.168.0.184), Dst: 74.125.232.115 (74.125.232.115)
⊞ Transmission Control Protocol, Src Port: 49793 (49793), Dst Port: http (80), Seq: 1, Ack: 1, Len: 1059
⊟ Hypertext Transfer Protocol
  ⊞ GET /search?q=test&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:fr:official&client=firefox-a HTTP/1.1\r\n
    Host: www.google.ch\r\n
    User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; rv:2.0b10) Gecko/20100101 Firefox/4.0b10\r\n
    Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8\r\n
    Accept-Language: fr,fr-fr;q=0.8,en-us;q=0.5,en;q=0.3\r\n
    Accept-Encoding: gzip, deflate\r\n
    Accept-Charset: ISO-8859-1,utf-8;q=0.7,*;q=0.7\r\n
    Keep-Alive: 115\r\n
    Connection: keep-alive\r\n
    [truncated] Cookie: PREF=ID=14f0e31e491a19a4:U=9ca8c740304a9649:FF=0:TM=1277023386:LM=1297280673:IG=3:
    \r\n
```

En-tête HTTP (Langue, codage, compression, …)

Corps du message comprenant la chaîne de caractère « test »!!!

Débit brut est le nombre de bits transmis par seconde.

Débit utile est le nombre de bits de données transmis par seconde

Questions de répétition

1) Citer 3 avantages à utiliser un modèle en couches.

2) Sur votre PC:
- Lancer l'application Wireshark et démarrer la capture sur votre carte Ethernet.
- Avec votre navigateur surfer sur le site de votre choix.
- Retrouver la requête HTTP et analyser les différentes couches.

Objectifs:
- Citer les différents médias permettant la transmission des données informatiques.
- Expliquer leurs avantages et inconvénients.
- Connaitre les différents câbles cuivres et fibres utilisés en informatique.

Les médias de transport

Les médias de transport des données informatiques.

Il existe différents supports (médias) pour transporter les données informatiques. Les principales sont:

Média	Transport des données sous forme de…	Exemples
Le conducteur de cuivre	courant électrique	Réseau filaire Téléphone filaire
La fibre optique	Lumière (LED) Rayon laser	Liaison jusqu'à 2 km Liaison jusqu'à 100km
L'air	Ondes radio	Réseaux Wifi, 3G/4G
L'air	Lumière infrarouge	Télécommande TV

Voyons ces différents médias et leurs utilisations dans les réseaux informatiques de façon plus détaillées.

Le câblage universel cuivre

De plus en plus d'entreprises utilisent une plateforme commune pour les télécommunications et l'informatique. On parle alors du câblage universel cuivre de bâtiment.

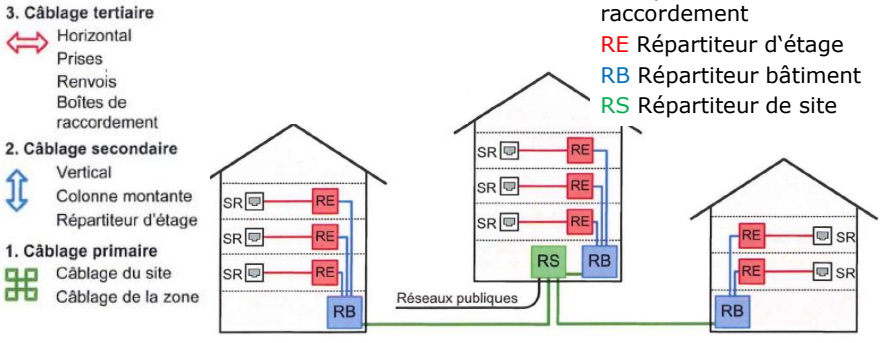
Le but est d'utiliser un seul type de câble avec un système de connecteurs RJ45 norme supportant tous les services. Cette façon de procéder offre une grande souplesse.

CU

Division en secteurs

Les prises et les répartiteurs sont reliés les uns aux autres afin d'obtenir des bâtiments avec une topologie de câblage hiérarchique en arbre.

SR Système de raccordement
RE Répartiteur d'étage
RB Répartiteur bâtiment
RS Répartiteur de site

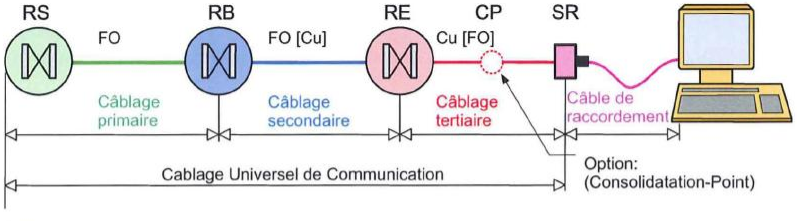


Le système de câblage universel commence au répartiteur de site (RS) et se termine sur la prise de raccordement (SR).

Les câbles patch de la place de travail n'appartiennent plus au câblage universel.

CU

Distribution et longueur



Longueurs

Secteur	Distances maximales	Remarques	
Câblage primaire	RS ⇔ RB = ***1500 m***	Câblage de site ou de zone	
Câblage secondaire	RB ⇔ RE = ***500 m***	Colonnes montantes	
Câblage tertiaire	RE ⇔ SR = ***90 m***	90 m sans les câbles patch (100 m avec les câbles patch)	
Câbles patch	Vers le RE = ***5 m***	Ne fait pas partie du CUC	Ensemble max. 10 m
Câbles de raccordement	Vers le SR = ***5 m***	Ne fait pas partie du CUC	

CU

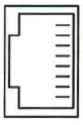
Connecteurs

Système de connecteurs RJ (Registered Jack)

RJ9, RJ10, RJ14, RJ22 (4P/4C)
Grandeur 1
Utilisation: Combiné des téléphones

RJ11 (6P4C, 6P/2C) - RJ12 (6P/6C)
Grandeur 2
Utilisation: Ligne téléphonique analogique a/b

RJ45 (8P/8C, 8P/4C)
Grandeur 3
Utilisations: Ligne téléphonique analogique a/b ou ISDN.
Réseau informatique Ethernet.

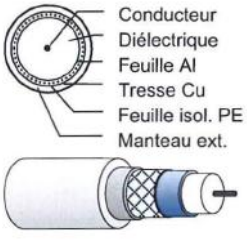


CU

Types de câbles

Câble coaxial

Blindage: Feuille d'aluminium et tresse de cuivre



Application: Installation câble TV (CATV) (4 - 862 KHz), installations SATtellite (4 - 2500 MHz)

CU

Types de câbles

Câble à paires torsadées

Dénomination des câbles

x/yTP

Signification:

X : blindage global des 4 paires

U => Pas de blindage
F => Blindage par feuille alu
S => Blindage par tresse de cuivre étamé

Y : blindage de chaque paire

U => Pas de blindage
F => Blindage par feuille alu
S => Blindage par tresse de cuivre étamé

CU

Types de câbles

Paire torsadée non blindée – U/UTP

Unshielded twisted pair (UTP) – dénomination officielle (U/UTP).

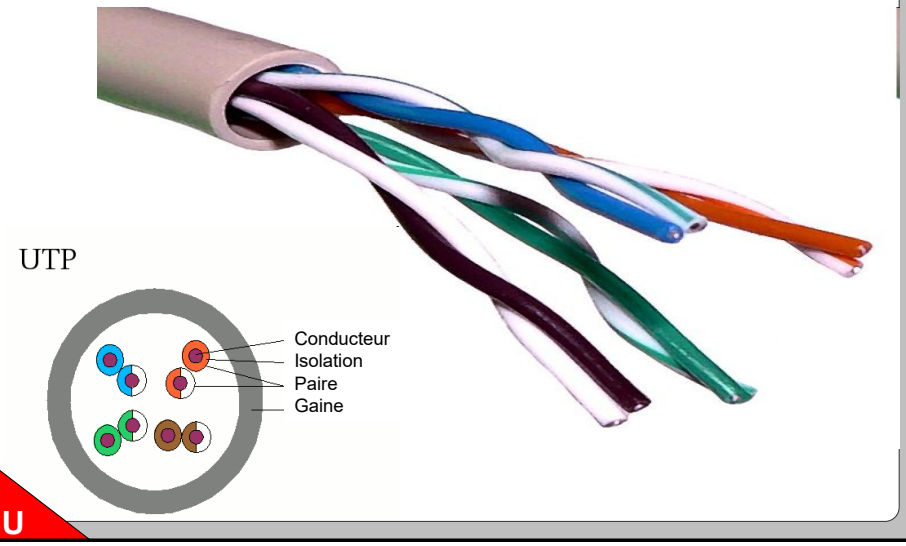
La paire torsadée non blindée n'est pas entourée d'un blindage protecteur.

Ce type de câble est souvent utilisé pour les réseaux téléphoniques.

CU

Types de câbles

Paire torsadée non blindée – U/UTP



CU

Types de câbles

Paire torsadée écrantée – F/UTP

Foiled twisted pair (FTP) - dénomination officielle (F/UTP).

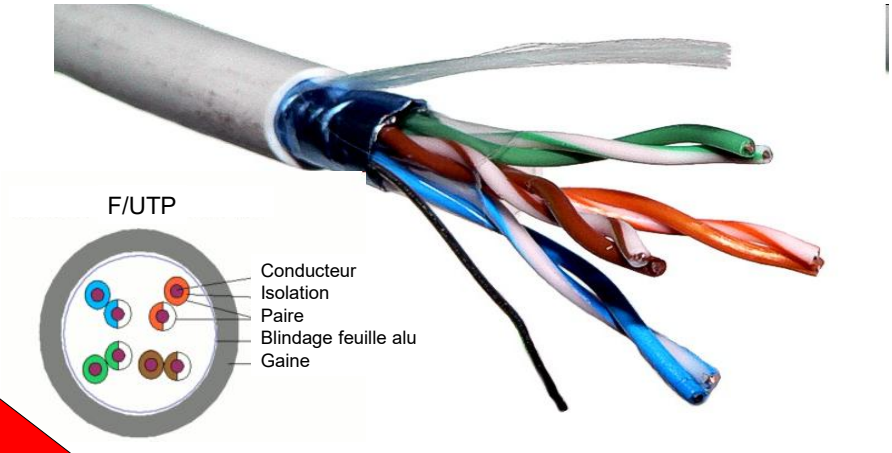
Les paires torsadées ont un blindage général assuré par une feuille d'aluminium. L'écran est disposé entre la gaine extérieure et les 4 paires torsadées.

Ce câble est utilisé pour le téléphone et les réseaux informatiques

CU

Types de câbles

Paire torsadée écrantée – F/UTP



CU

Types de câbles

Paire torsadée écrantée par paire – U/FTP

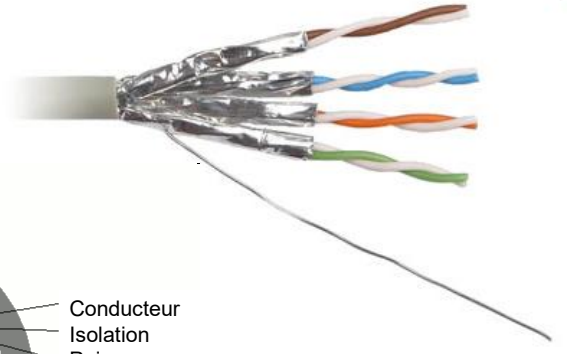
Foiled twisted pair (FTP) - dénomination officielle (U/FTP).

Chaque **paire torsadée blindée** est entourée d'une couche conductrice de blindage. Cela permet une meilleure protection contre les interférences.

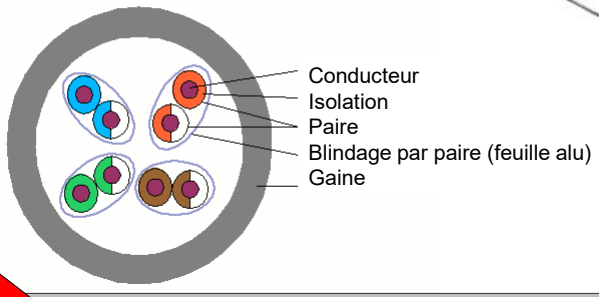
CU

Types de câbles

Paire torsadée blindée – U/FTP



U/FTP



CU

Types de câbles

Paire torsadée blindée – S/UTP

Shielded twisted pair (STP) - nouvelle dénomination S/UTP.

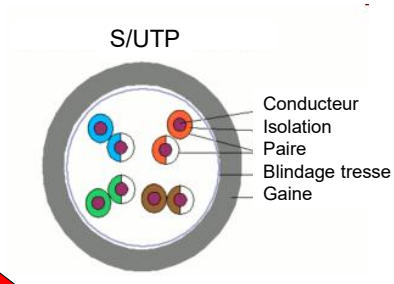
Les paires torsadées ont un blindage général assuré par une tresse de cuivre étamée. Le blindage est disposé entre la gaine extérieure et les 4 paires torsadées.

Ce câble est utilisé pour le câblage universel de catégorie 6.

CU

Types de câbles

Paire torsadée blindée – S/UTP



CU

Types de câbles

Paire torsadée super blindée - SSTP

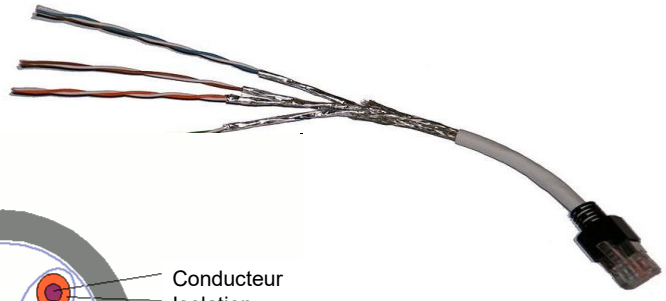
Super shielded twisted pair (SSTP) - nouvelle dénomination S/FTP. Câble STP doté en plus d'un écran commun entre la gaine extérieure et les 4 paires.

Ce câble est utilisé pour le câblage universel de catégorie 7.

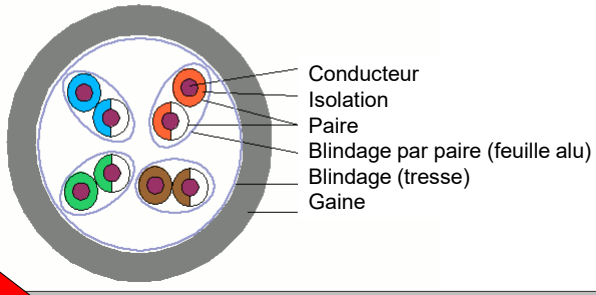
CU

Types de câbles

Paire torsadée super blindée - SSTP



S/FTP



CU

Les classes des lignes et catégories des composants

Les exigences concernant les caractéristiques d'une **ligne de transmission** sont reparties **<u>en classes</u>**. La caractéristique le plus importante est la largeur de bande.

La qualité des composants indépendants comme les prises ou les câbles d'une ligne de transmission ont été repartis **<u>en catégories</u>**. Chaque catégorie définit un profil d'exigences concernant les caractéristiques électriques et mécaniques.

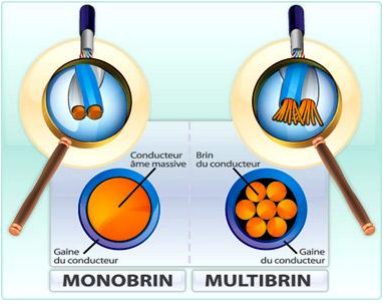
Classe	Fréquence	Applications	Composants utilisés et catégories
A	100 kHz	Transmission basse fréquence, parole, téléphonie analogique	1
B	1 MHz	Vitesse de transmission moyenne, ISDN-Base, ADSL	2
C	16 MHz	Vitesse de transmission moyenne, Ethernet (10Base T = 10 Mbit/s)	3
D	100 MHz	Vitesse de transmission élevée, Fast Ethernet (100BaseT), Gigabit Ethernet (1000BaseT), multimedia	5
E	250 MHz	Vitesse de transmission élevée, réseaux High Speed, 10 Gigabit Ethernet (Classe E_A = 500 MHz)	6
F	600 MHz	Vitesse de transmission très élevée, ATM 155 Mbit/s ou ATM 622 Mbit/s (Classe F_A = 1000 MHz)	7
FO	>600 MHz	Vitesse de transmission la plus élevée, FDDI = fibre optique (vitesse de l'ordre du Terabit/s)	-

CU

Câbles souples ou rigides

Câble rigide d'installation:
Monobrin, un seul brin de cuivre
Meilleur marché
Utilisé pour les installation fixe.

Câble souple – Flex:
Multibrin, plusieurs brins de cuivre torsadés
Plus cher
Utilisé pour les patchs mobiles.



Attention lors du sertissage de câble le connecteur doit être adapté au type de câble (rigide ou souple)

CU

Transmission de donnée par fibre optique

Le moyen de transport le plus rapide pour des données informatiques est actuellement la fibre optique. Les tensions électriques correspondant aux niveaux 0 et 1 sont transformées en signaux lumineux pouvant être transportées dans la fibre. La transmission des données dans une fibre optique peut atteindre plusieurs Gbit/s. De plus, les données transportées dans une fibre optique sont insensibles aux champs magnétiques et électriques perturbant les données transportées dans des conducteurs en cuivre.

Un câble en fibre optique se compose d'un cœur et d'une gaine optique en verre ayant des indices de réfraction différents. Le tout est protégé par un manteau.

Le principe de transport des données dans une fibre optique utilise la réflexion totale des rayons lumineux entre le cœur et la gaine.

FO

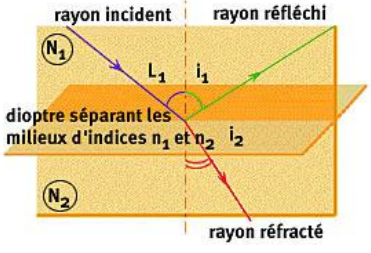
Avantages de la fibre sur le cuivre

- Aucune influence électromagnétique
- Séparation galvanique de divers emplacements
- Grande largeur de bande de la transmission
- Grandes distances de transmission
- Plus faible poids et ainsi plus petites dimensions des câbles
- Une plus haute sécurité d'écoute

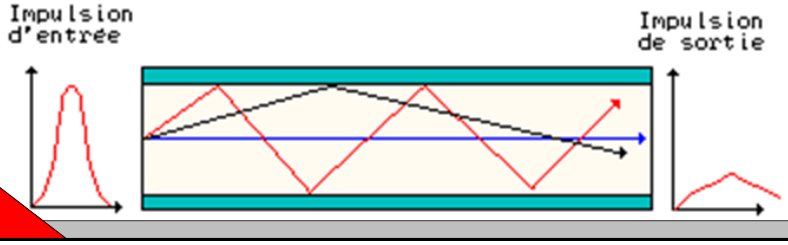
FO

Complément d'information sur les fibres optiques

Le principe de la réflexion et de la réfraction:

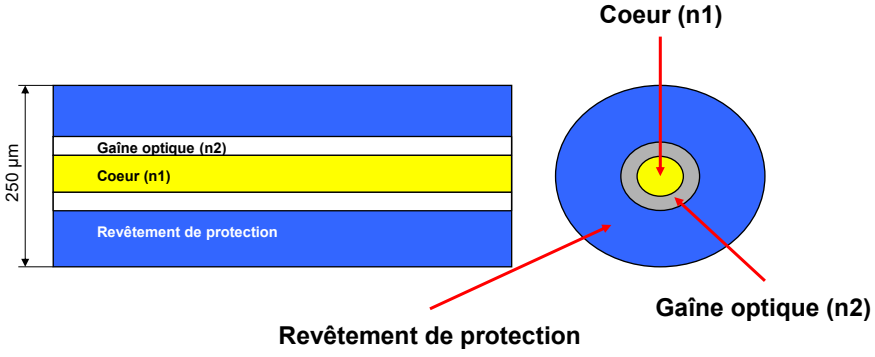


Le principe de la fibre optique à saut d'indice (fibre théorique):



FO

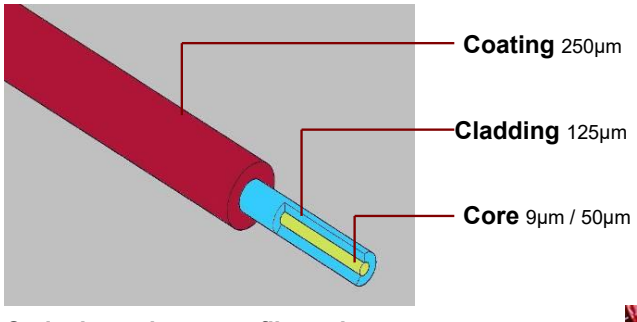
Construction des fibres



FO

58

Construction des fibres

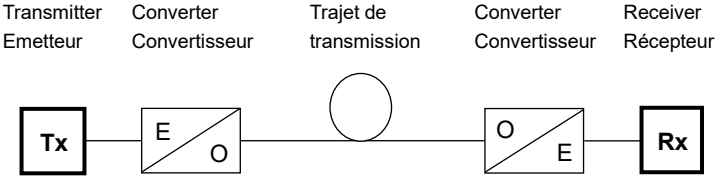


Code de couleur pour fibres de verre

FO

59

Principe de fonctionnement



FO

60

Complément d'information sur les fibres optiques

Le tableau suivant présente les principaux types de câble fibre optique utilisés sur les réseaux LAN et WAN.

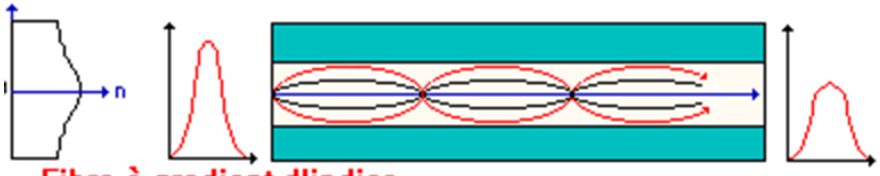
Type de câble	Diamètre (cœur/manteau)	Bande passante (longueur 1 Km)	Coût	Utilisation
Multi-mode à saut d'indice	100 à 400 µm / 200 à 500 µm	100 Mhz	Faible	distance jusqu'à 1 Km
Multi-mode à gradient d'indice G62,5/125	62,5 / 125 µm	1 GHz	Moyen	réseau LAN aux USA
Multi-mode à gadient d'indice G50/125	50 / 125 µm	1 GHz	Moyen	réseau LAN en Europe
Single-mode ou Mono-mode E9/125	9,3 / 125 µm	100 GHz	Elevé	réseau LAN

FO

61

La fibre multi-mode

La longueur et la bande passante fibre optique sont limitées par la dispersion de la lumière. La lumière est composée de différents rayons lumineux dont le temps de parcours dans la fibre varie, ce qui implique une déformation des impulsions lumineuses dans la fibre et limite la longueur de celle-ci.



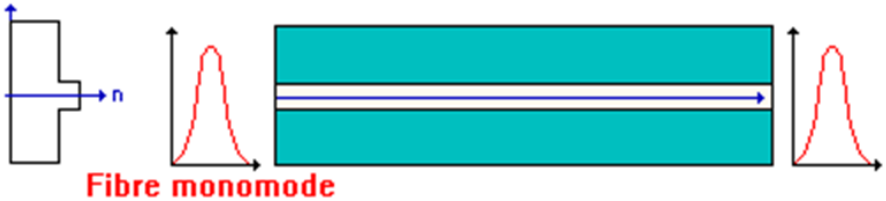
Fibre à gradient d'indice

FO

62

La fibre monomode ou single-mode

Dans une fibre monomode, le cœur étant extrêmement fin on peut considérer que les rayons lumineux se déplacent en ligne droite ce qui implique une dispersion beaucoup plus faible que sur une fibre multi-mode. C'est pour cette raison que l'on peut atteindre des longueurs et des bandes passantes beaucoup plus grandes en utilisant des fibres monomodes.

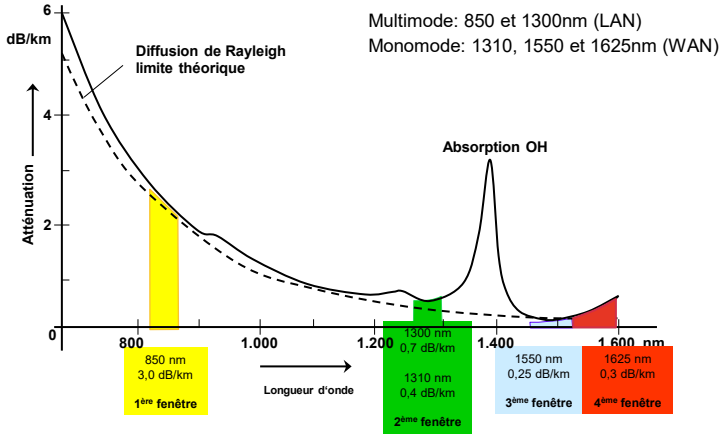


Fibre monomode

FO

63

Fenêtre de transmission optique



FO

Danger des fibres optiques

Les fibres optiques décrites précédemment utilisent des sources lumineuses ayant une longueur d'onde comprise entre 850 et 1'300 nm. Ces longueurs d'onde sont dans les infrarouges. Elles sont invisibles à l'œil humain, mais elles peuvent néanmoins abîmer nos yeux. C'est pour cette raison qu'il ne faut jamais regarder dans un câble fibre optique pour voir si la lumière est présente.

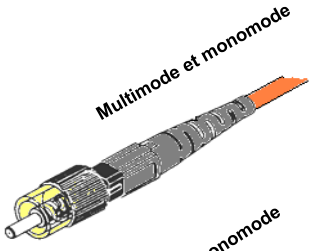
De plus, l'isolation des fibres optiques lui donne sa souplesse et la rend moins cassante. Si cette isolation est retirée la fibre optique devient extrêmement cassante. Il faut veiller à ne pas laisser pénétrer des petits fragments de fibres optiques dans le corps humain (éclats dans les yeux ou dans la peau).

FO

Connecteurs fibres optiques

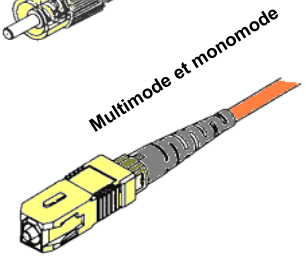
Connecteurs ST

- Baïonnette
- LAN, câblage universel de bâtiments



Connecteurs Duplex SC/SC

- Push-Pull
- Télécoms, CATV, LAN, appareils actifs



FO

Transmission de données par ondes radios

Il est également possible d'utiliser des ondes radios pour transmettre des données informatiques. Cette technique est utilisée:

1) Dans les réseaux LAN avec la technologie WLAN WIFI.

2) Dans les réseaux WAN avec les technologies GSM, 2G, 3G et 4G.

Ondes radios

Objectifs:

- Citer et expliquer le fonctionnement des équipements réseaux fonctionnant en couche 1.
- Choisir les équipements pour un réseau LAN.
- Installer et configurer un réseau LAN.
- Analyser le fonctionnement et rechercher les fautes systématiquement sur un réseau LAN.

Les équipements de la couche physique

68

68

Les équipements utilisés sur un LAN

Un réseau LAN ne se compose pas seulement d'ordinateurs et de câbles mais également de différents équipements réseaux. Ces équipements réseaux ainsi que leurs tâches particulières vont être présentées maintenant.

Nous commencerons par présenter d'anciens équipements qui ne sont plus utilisés, puis nous continuerons avec les équipements plus modernes.

Les équipements sont présentés dans l'ordre des couches du modèle OSI en commençant avec la couche 1, puis les couches 2 et 3.

69

Le câble Ethernet croisé

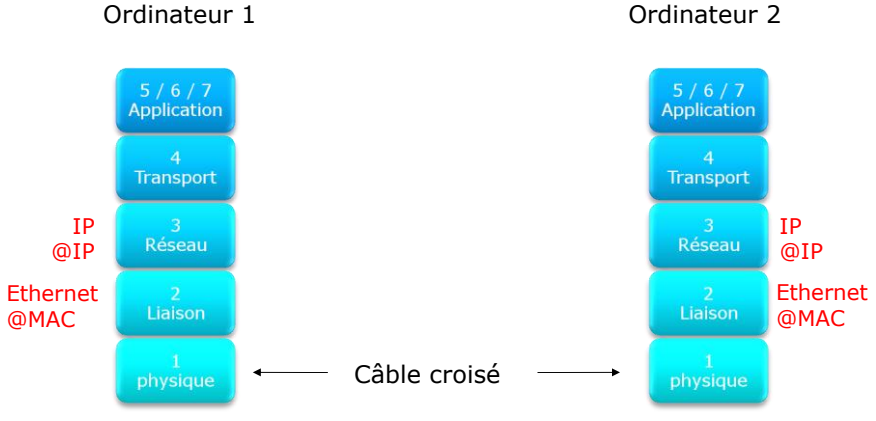
Tous les ordinateurs sont aujourd'hui équipés d'une carte réseau Ethernet. Le protocole Ethernet est un protocole de couche 2.

Les ordinateurs peuvent communiquer entre eux au travers d'un simple câble Ethernet croisé.

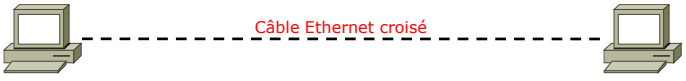
Leurs adresses IP doivent être dans le même réseau IP.

La passerelle par défaut (Gateway) n'est pas nécessaire.

Le câble Ethernet croisé
Le modèle TCP/IP



Le câble Ethernet croisé
L'adressage IP



Adresse IP: 172.16.100.2
Masque de réseau: 255.255.255.0
Passerelle par défaut: -

Adresse IP: 172.16.100.4
Masque de réseau: 255.255.255.0
Passerelle par défaut: -

Commandes utiles: ping et ipconfig

Démo wireshark pour voir les couches

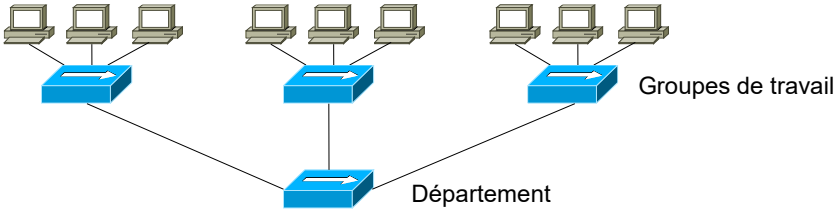
Packet Tracer Exo 1

Le concentrateur ou hub

Le HUB, appelé également répéteur multiports et concentrateur en français, est le point central ou arrivent tous les câbles des ordinateurs.

Les HUB sont utilisés au niveau du groupe de travail pour relier une douzaine d'ordinateurs puis également au niveau du département pour relier les différents groupes de travail (environ 100 ordinateurs).

Le HUB travaille en couche 1 du modèle OSI, il se contente donc également de régénérer et répéter le signal sans l'analyser.



Le concentrateur ou hub

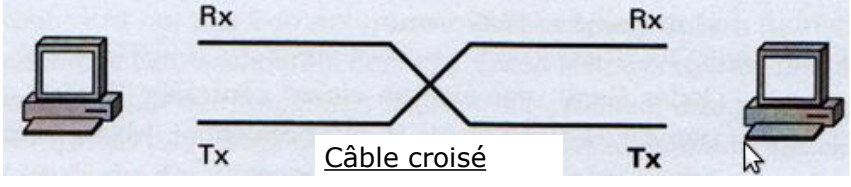
La carte réseau Ethernet de l'ordinateur est reliée au hub par un câble Ethernet droit.

Les adresses IP des ordinateurs reliés sur un HUB doivent être dans le même réseau IP.
La passerelle par défaut (Gateway) n'est pas nécessaire pour que les ordinateurs communiquent entre eux.

Le HUB n'a pas besoin d'adresse IP pour son fonctionnement, il est néanmoins possible d'en définir une pour le configurer à distance (en HTTP par exemple)

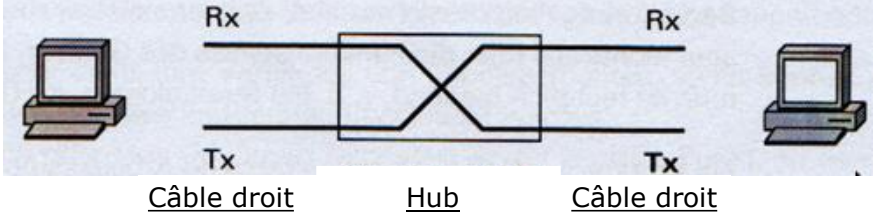
Le câblage entre PC avec et sans hub

Sans Hub, on utilise un câble Ethernet **croisé** pour relier 2 PC:



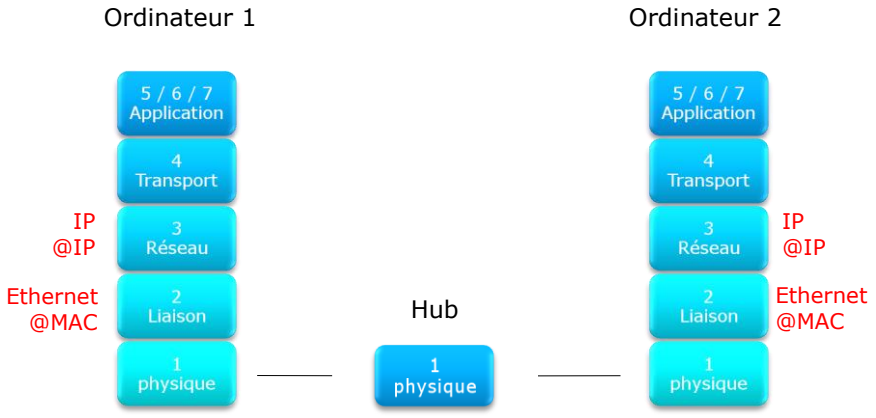
Câble croisé

Avec un Hub, on utilise des câbles Ethernet **droits** pour relier les PC au Hub:

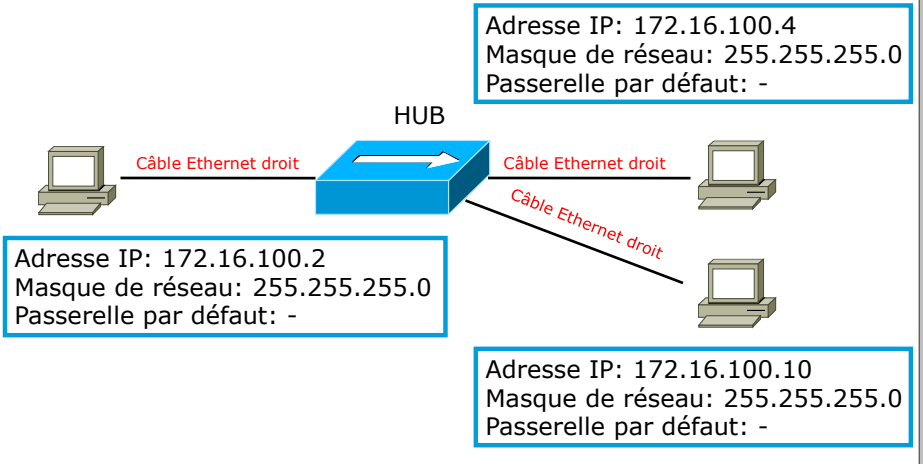


Câble droit Hub Câble droit

Le concentrateur ou hub
Le modèle TCP/IP



Le concentrateur ou hub
L'adressage IP



Commandes utiles: ping et ipconfig

Le concentrateur ou hub
L'adressage IP

Complément d'informations:
Le Hub répète les paquets sur tous ses ports, sauf le port ayant envoyé le paquet.

Limitation du Hub:
Beaucoup de collisions
Carte réseau dérangée pour traiter des paquets qui ne lui sont pas destinés.

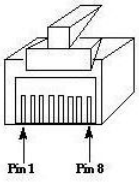
Démo: Accroche Hub.pkt

Pinout câble Ethernet droit

L'Ethernet 10BaseTx et le FastEthernet 100BaseTx utilisent seulement 2 paires (paires 1 et 2) pour transmettre les informations.

Le Gigabit Ethernet 1GBaseTX utilise les 4 paires.

T568A				T568A		
n° broche	n° paire	Couleur		Couleur	n° paire	n° broche
1	1	Blanc-vert		Blanc-vert	1	1
2	1	Vert		Vert	1	2
3	2	Blanc-orange		Blanc-orange	2	3
4	3	Bleu		Bleu	3	4
5	3	Blanc-bleu		Blanc-bleu	3	5
6	2	Orange		Orange	2	6
7	4	Blanc-brun		Blanc-brun	4	7
8	4	Brun		Brun	4	8



Pinout câble Ethernet croisé

Le câble croisé est utilisé pour connecter deux appareils identiques ensemble sans utiliser de hub ou de switch.

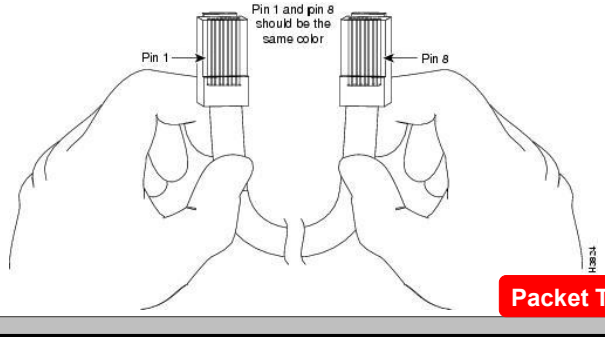
La fonction Auto MDI-X, actuellement supportée sur la majorité des cartes réseaux et des équipements réseaux, permet de faire le croisement automatiquement et de s'affranchir de l'utilisation des câables croisées.

code couleur T568A				code couleur T568B		
n° broche	n° paire	Couleur		Couleur	n° paire	n° broche
1	3	Blanc-vert		Blanc-orange	2	1
2	3	Vert		Orange	2	2
3	2	Blanc-orange		Blanc-vert	3	3
4	1	Bleu		Blanc-brun	4	4
5	1	Blanc-bleu		Brun	4	5
6	2	Orange		Vert	3	6
7	4	Blanc-brun		Bleu	1	7
8	4	Brun		Blanc-bleu	1	8

Pinout roll-over - console

Le câble roll-over, câble console ou câble série.
On le reconnaît car il est souvent plat et de couleur bleu clair (Cisco), mais pas toujours.

Il s'agit d'un câble utilisé pour connecter un PC au port « Console » d'un équipement réseau afin de le configurer.
Ce câble est court, max. ~10m
Transmission série à bas débit : 9600 à ~115000 bits par seconde.



Packet Tracer Exo 2

Questions de répétition

1) Quel câble utilise-t-on pour relier 2 ordinateurs?

2) Combien de paires et de fils sont utilisés sur un câble en FastEthernet?

3) Combien de paires et de fils sont utilisés sur un câble en GigabitEthernet?

4) Quel est le nom des connecteurs utilisés sur les câbles Ethernet?

Questions de répétition

5) Dans quel cas utilise-t-on un câble console?
Sur quel port est-il branché sur l'équipement réseau?
Sur quel port est-il branché sur le PC?

6) Un HUB utilise-t-il les adresses MAC présente en couche 2 du modèle OSI?

Objectifs:

- Expliquer les bases de la technologie Ethernet.
- Citer les champs de l'en-tête Ethernet.
- Expliquer l'adressage Ethernet .

Les réseaux LAN Ethernet

La technologie Ethernet

Les réseaux LAN utilisent actuellement exclusivement la technologie Ethernet.

De plus, il existe des technologies sans fils (wireless LAN, IEEE 802.11). Ces dernières ne sont utilisées que dans des cas spéciaux pour des raisons de sécurité et de bandes passantes limitées. Ces technologies sans fils seront traitées de manière plus approfondies dans le module 145.

La technologie Ethernet

Ethernet est protocole LAN travaillant en couches 1 et 2 du modèle OSI. **Ce protocole permet de relier de 2 à environ 100 ordinateurs**. Le protocole Ethernet est normalisé dans la norme IEEE 802.3. Cette norme définit en autre:

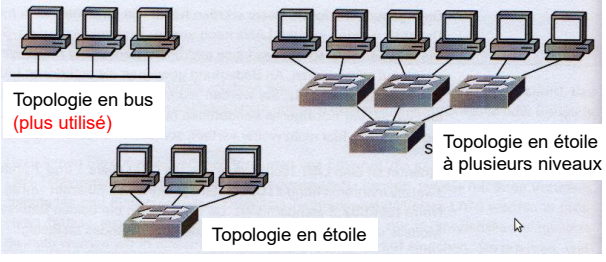
Média	Quel câble est utilisé?
Connecteur	Quels connecteurs sont disponibles?
Codage	Comment les bits 0 et 1 sont-ils transportés?
Bande passante	A quelle vitesse les bits sont-ils transportés?
Distance	Quelle est la distance maximale entre 2 équipements?

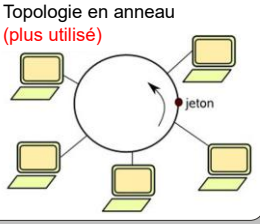
La technologie Ethernet

Topologie	Quelle est la forme du réseau?
Format des trames	Quels sont les différents champs de l'en-tête d'une trame?
Adressage	Comment est constituée une adresse Ethernet (adresse Mac)?

Les topologies réseaux

Les réseaux Ethernet modernes utilisent un câblage en étoile entre les PC et les commutateurs (anglais - Switch). Cette topologie en étoile a remplacé les anciennes topologies en bus (exemples 10Base2 et 10Base5) qui utilisaient un câble unique.





L'accès au média avec Ethernet

Lorsque plusieurs PC communiquent en utilisant un même média (par exemple câble de cuivre), il est nécessaire de définir un certain nombre de règles afin de savoir qui a le droit de parler. En Ethernet, c'est le protocole CSMA/CD qui se charge de l'accès au média.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access /Collision Detection)

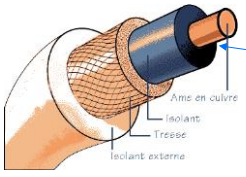
Listen before talking :
Si une station veut émettre, elle écoute le réseau pour savoir s'il y a déjà une autre émission en cours (présence ou non de porteuse). Si oui elle attend, sinon elle émet.

Listen while talking
Si une collision a lieu, les deux machines interrompent leur communication et attendent un délai aléatoire, puis la première ayant passé ce délai peut alors réémettre.

Full Duplex et Half Duplex

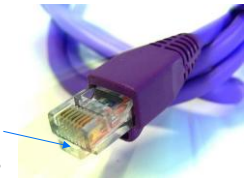
Le terme duplex est utilisé pour désigner un canal de communication. On différencie cas suivants :

- Simplex, canal unidirectionnel qui transporte l'information dans un seul sens. Par exemple radio FM
- Half-duplex permet le transport d'informations dans les deux directions mais pas simultanément. Par exemple talkies-walkies)
- Full-duplex pour lesquels l'information est transportée simultanément dans chaque sens. Par exemple téléphone



2 conducteurs utilisés

4 ou 8 conducteurs utilisés



Avec les anciens câbles coaxiaux, seul une communication half-duplex était possible, l'accès au média était géré par CSMA/CD.
Actuellement avec les câbles Ethernet Twisted-pair, on peut utiliser 2 fils pour l'aller et 2 autres fils pour le retour, on est donc en full-duplex et le CSMA/CD n'est plus nécessaire.

L'adressage Ethernet

En Ethernet chaque PC désirant envoyer une trame doit connaître l'adresse de la station destinataire. C'est pourquoi chaque Ethernet contient des adresses source et destination appelées adresse MAC. Une adresse MAC a les caractéristiques suivantes :

•Longueur : **48 Bits = 6 Bytes** -> 2^{48} = 281'475 milliards d'adresses possibles.

•Format : Hexadécimale, 6x2 chiffres, par exemple 00-20-AF-FC-34-2B. Comme séparateur, on peut utiliser le tiret, le double point ou l'espace.

•Chaque adresse est unique sur toutes les cartes Ethernet du monde.

•L'adresse MAC est brûlée par le fabricant sur la carte et ne peut « pas » être modifiée pas l'utilisateur.

•Il existe des adresses MAC particulières, comme par exemple l'adresse MAC de Broadcast , FF-FF-FF-FF-FF-FF, permettant d'envoyer une trame à tous les destinataires.

L'adressage Ethernet

- Les 24 bits de poids fort permettent d'identifier le fabricant de la carte.

  http://standards-oui.ieee.org/oui.txt

- Les 24 bits de poids faible permettent aux constructeurs de numéroter leurs cartes.

00 : 23 : 14 : 21 : e9 : f4

Identifiant du fabricant INTEL	Identifiant de la carte

Commande utile:
ipconfig /all permet d'obtenir les adresses MAC sur un PC Windows.
ifconfig permet d'obtenir les adresses MAC sur un PC Linux

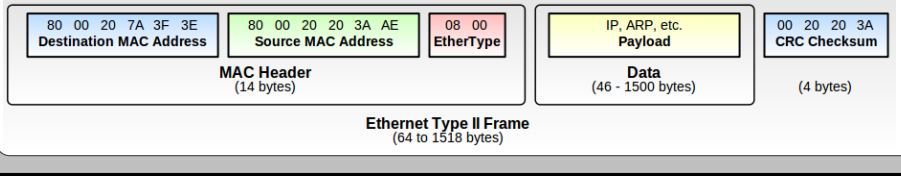
Le format des trames Ethernet

La trame Ethernet est relativement simple, son en-tête ne contient que 3 champs, l'adresse MAC source, l'adresse MAC destination et un numéro indiquant le protocole de la couche supérieure.

A la fin de la trame on trouve encore une somme de contrôle (anglais - checksum) permettant de s'assurer qu'il n'y a pas eu de pertes d'informations durant le transport de la trame.

La longueur totale d'une trame Ethernet avec l'en-tête et la fin de trame est comprise entre 64 et 1'518 Bytes

Pour Ethernet, le MTU (Maximum Transmission Unit) est de 1500 Bytes



Le format des trames Ethernet

Sur la trame suivante, capturée avec Wireshark, on retrouve les 3 champs de l'en-tête Ethernet.

On remarque que Wireshark dispose de la base de données des identifiants des fabricants de cartes Ethernet et il remplace automatiquement la partie fabricant de l'adresse MAC par le nom du fabricant:
00:1c:c5 est remplacé par 3com dans l'adresse MAC destination
00:18:de est remplacé par Intel dans l'adresse MAC source

De plus le champ type de protocole 0x0800 correspond au protocole de couche 3 IP

```
⊞ Frame 65: 1113 bytes on wire (8904 bits), 1113 bytes captured (8904 bits)
⊟ Ethernet II, Src: Intel_bf:ef:2b (00:18:de:bf:ef:2b), Dst: 3com_69:a1:61 (00:1c:c5:69:a1:61)
  ⊟ Destination: 3com_69:a1:61 (00:1c:c5:69:a1:61)
      Address: 3com_69:a1:61 (00:1c:c5:69:a1:61)
      .... ...0 .... .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
      .... ..0. .... .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
  ⊟ Source: Intel_bf:ef:2b (00:18:de:bf:ef:2b)
      Address: Intel_bf:ef:2b (00:18:de:bf:ef:2b)
      .... ...0 .... .... .... .... = IG bit: Individual address (unicast)
      .... ..0. .... .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
    Type: IP (0x0800)
⊞ Internet Protocol, Src: 192.168.0.184 (192.168.0.184), Dst: 74.125.232.115 (74.125.232.115)
⊞ Transmission Control Protocol, Src Port: 49793 (49793), Dst Port: http (80), Seq: 1, Ack: 1, Len: 1059
⊞ Hypertext Transfer Protocol
```


Les différentes variantes d'Ethernet

Nom	Date de parution du standard	Bande passante Mb/s	Caractéristiques	Longueur maximale du câble pour transmission Full-Duplex
10Base5 Thick Ethernet	1983	10	Topologie bus Câble jaune	500m Half Duplex
10Base2 Thin Ethernet	1985 802.3a	10	Topologie bus Câble noir	185m Half Duplex
10BaseT	1990 802.3i	10	Câble UTP cat 3 ou + Connecteur RJ-45 2 paires utilisées	100m
100BaseTX Fast Ethernet	1995 802.3u	100	Câble UTP cat 5 ou + Connecteur RJ-45 2 paires utilisées	100m
100BaseFX Fast Ethernet	1995 802.3u	100	2 fibres optiques	2000m

Les différentes variantes d'Ethernet

Nom	Date de parution du standard	Bande passante Mb/s	Caractéristiques	Longueur maximale du câble pour transmission Full-Duplex
1000Base LX Gigabit Ethernet	1998 802.3z	1000	2 fibres optiques Laser 1300nm Multi-mode Single-mode	 550m 5000m
1000Base SX Gigabit Ethernet	1998 802.3z	1000	2 fibres optiques Laser 850nm Multi-mode 62,5µm Multi-mode 50µm	 275m 550m
1000Base TX Gigabit Ethernet	1999 802.3ab	1000	Câble UTP cat5+ ou + Connecteur RJ-45 4 paires utilisées	100m

Les différentes variantes d'Ethernet

Nom	Date de parution du standard	Bande passante Mb/s	Caractéristiques	Longueur maximale du câble pour transmission Full-Duplex
10GBase SR 10GBase SX	2002 802.3ae	10000	Fibres Multi-mode Fibres Single-mode	26-82m 300m
10GBase LX4	2002 802.3ae	10000	Fibres Multi-mode Fibres Single-mode	300m 10 km
10GBase T	2006 802.3an	10000	Câble UTP cat6 ou + Connecteur RJ-45 4 paires utilisées	100m

Différentes utilisations d'Ethernet

Le tableau ci-dessous présente l'utilisation d'Ethernet dans différents équipements :

Equipements ou liaisons	Variante Ethernet utilisée
Equipements réseaux lents (modem ou routeur)	10BaseT ou 100BaseT
Pc	1000BaseT
Serveur	10GBaseT ou 10GBaseS 1000BaseT ou 1000BaseSX
Liaison entre switch	1000BaseT ou 1000BaseSX ou 10GBaseT ou 10GBaseS
Liaison longue distance	1000BaseLX ou 10GBaseLX

Questions de répétition

1) Nommer et expliquer les différents champs de l'en-tête d'une trame Ethernet.

2) Quelles adresses MAC sont valables ?
- 10-45-7A-95-1V-22
- 95:B1:6F:98:27:10
- 1010-0110-0110-0101
- 19 f3 35 16 1a
- 111100000010101100010101101001101100010111001010

Questions de répétition

3) Vous désirez utiliser un switch Cisco « Catalyst C9200L-24P-4X » pour faire la liaison entre votre routeur Salt Fiber, votre NAS et vos PC.
Quels types de ports Ethernet utilisez-vous pour relier le routeur Salt et votre NAS?
Aidez-vous des sites Cisco et Salt pour vos recherches)

Objectifs:

- Citer et expliquer le fonctionnement des équipements réseaux fonctionnant en couche 2.
- Choisir les équipements pour un réseau LAN.
- Installer et configurer un réseau LAN.
- Analyser le fonctionnement et rechercher les fautes systématiquement sur un réseau LAN.

Les équipements de la couche données

Le commutateur ou switch

Contrairement au HUB qui envoie l'information reçue sur tous ses ports, le switch est suffisamment intelligent pour envoyer l'information uniquement sur le port de destination.

Le switch utilise les adresses MAC (Media Access Control) pour déterminer sur lequel de ses ports il doit faire suivre la trame reçue.

Une adresse MAC (Media Access Control address) est un identifiant physique stocké dans une carte réseau ou une interface réseau. Elle se trouve en couche 2 (Ethernet) du modèle OSI.

L'adresse MAC ne peut pas être modifiée par l'utilisateur, on parle parfois d'adresse physique ou de burned-in address.

Le commutateur ou switch

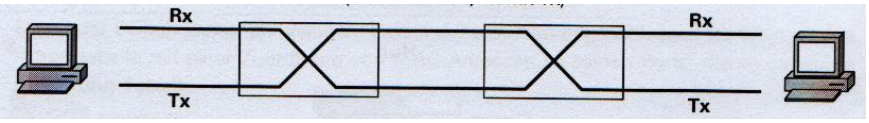
Le switch ou commutateur permet de relier plus de 2 ordinateurs ensemble. Tous les ordinateurs peuvent communiquer, ils sont dans le même réseau.
La carte réseau Ethernet de l'ordinateur est reliée au switch par un câble Ethernet droit.

Les adresses IP des ordinateurs doivent être dans le même réseau IP.
La passerelle par défaut (Gateway) n'est pas nécessaire pour que des ordinateurs reliés sur le même switch puissent communiquer.

Le switch n'a pas besoin d'adresse IP pour son fonctionnement, il est néanmoins possible d'en définir une pour le configurer à distance (en HTTP par exemple)

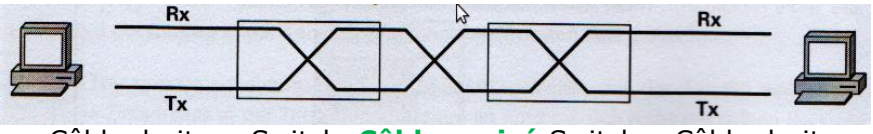
Câblage de switchs

Liaison entre 2 switchs avec un câble droit!!
Faux, car on a Rx (réception) sur Rx (réception)



Câble droit Switch **Câble droit** Switch Câble droit

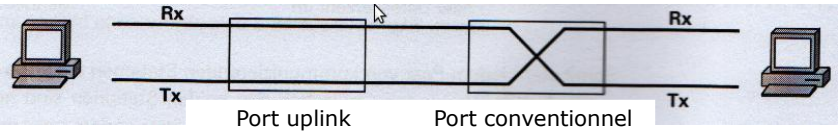
Liaison entre 2 switchs avec un câble croisé!!
Juste, car on a Rx (réception) sur Tx (transmission)



Câble droit Switch **Câble croisé** Switch Câble droit

Câblage de switchs

Sur les ports uplinks des switchs, il n'y a pas de croisement.
Il est donc possible de relier 2 switchs avec un câble Ethernet droit en utilisant un port conventionnel et un port uplink.
Si l'on utilise 2 ports uplink, il faut utiliser un câble croisé.
Juste, car on a Rx (réception) sur Tx (transmission)

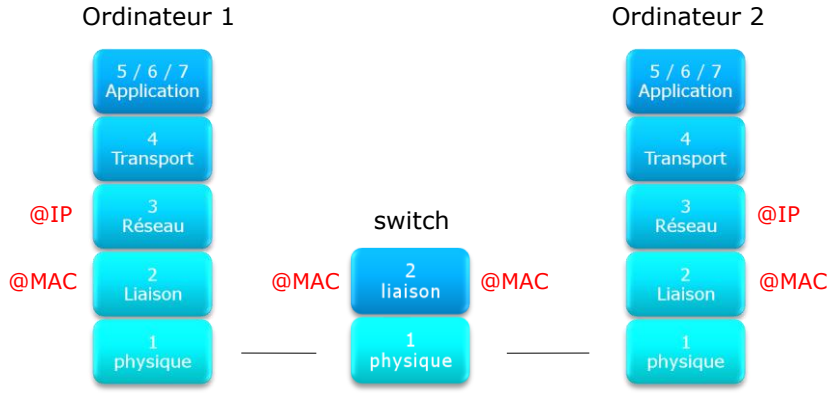


Port uplink du switch Port conventionnel du switch

Câble droit **Câble droit** Câble droit

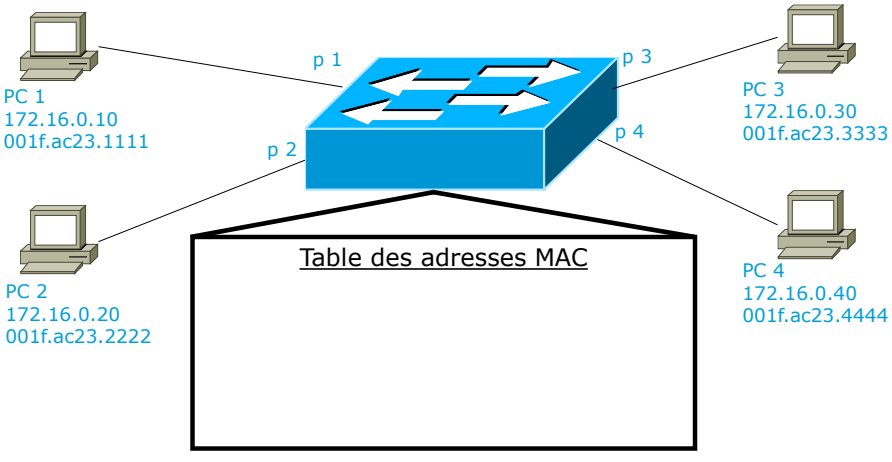
La majorité des switchs actuels disposent de ports avec la fonction **Auto-MDI** (Auto Medium Dependent Interface) permettant de détecter le type de câble Ethernet (droit ou croisé) et d'adapter le port automatiquement.

Le commutateur ou switch
Le modèle TCP/IP



Packet Tracer Exo 3

Le commutateur ou switch
Comment ça marche…



Le commutateur ou switch

Fonctionnement switch:

1)A l'allumage du switch, la table des adresses MAC est vide.

2)Pour la 1ère trame:

L'@MAC destination est analysée et comme la table des adresses MAC est vide, elle est envoyée sur tous les autres ports (même fonctionnement qu'un HUB).

L'@MAC source est également analysée et elle permet de remplir la table des adresses MAC avec l'@MAC scr et le numéro de port sur lequel la trame est arrivée.

3) Les trames suivantes sont switchées uniquement sur le port correspondant grâce au contenu de la table des adresses MAC.

Démo: Accroche Switch.pkt

Le commutateur ou switch
Commutation Hardware / Software

Les switchs commutent les trames à une vitesse extrêmement rapide (plusieurs millions de trames par seconde).

Pour atteindre cette vitesse, la commutation n'est pas faite par le software du switch, mais par des circuits intégrés spécialisés. On parle de commutation hardware.

Le commutateur ou switch
Caractéristiques des switchs

Le prix d'un switch varie de SFr. 50.- à SFr. 5'000.-, il existe de nombreuses caractéristiques qui différencient un switch d'entrée de gamme (produit pour le grand public) au switch professionnel.

Nombre de ports:

Vitesse de transmission des ports:

Autosensing ports:

Le commutateur ou switch
Caractéristiques des switchs

Uplink Ports:

Ports TenGigabits Ethernet:

Auto mdi-mdix:

Management:

Empilable (stackable) ou châssis:

Packet Tracer Exo 4

Packet Tracer Exo 5

Le point d'accès sans fils ou wireless access point

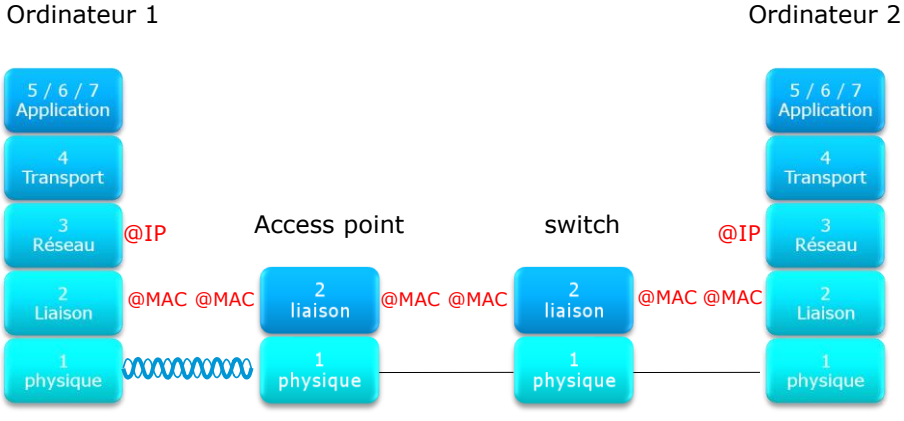
Un access point (ou point d'accès) WLAN ou Wifi est l'équipement permettant aux ordinateurs de se connecter sans-fil au réseau.

L'access point est un switch à 2 ports (pont), un port ethernet (filaire) et un port radio (sans-fil).

Les adresses IP des ordinateurs doivent être dans le même réseau IP.
La passerelle par défaut (Gateway) n'est pas nécessaire.

L'access point n'a pas besoin d'adresse IP pour son fonctionnement, il est néanmoins possible d'en définir une pour le configurer à distance (en HTTP par exemple)

Le point d'accès sans fils
Le modèle TCP/IP



Le point d'accès sans fils
En bref

Protocole	Fréquence	Débit max (Théorie)	Largeur de bande	Portée (Intérieur)	Congestion	MIMO	Date
802.11b **WiFi 1**	2,4 GHz	11 Mbit/s	22 MHz	35 m	Elevée	Non	1999
802.11a **WiFi 2**	5 GHz	54 Mbit/s	20 MHz	35 m	Faible	Non	1999
802.11g **WiFi 3**	2,4 GHz	54 Mbit/s	20 MHz	35 m	Elevé	Oui	2003
802.11n **WiFi 4**	2,4 GHz	72-288 Mbit/s	20 MHz	70 m	Elevé	Oui Max 4	2009
802.11n **WiFi 4**	5 GHz	150-600 Mbit/s	20 ou 40 MHz	35 m	Faible	Oui Max 4	2009
802.11ac **WiFi 5**	5 GHz	433-2600 Mbit/s	20, 40, 80 ou 160 MHz	35 m	Faible	Oui Max 8	2013
802.11ax **WiFi 6**	2,4 GHz 5 GHz 6 GHz	10 Gbit/s	20, 40, 80 ou 160MHz	35 m	Elevé	Oui Max 8	2020
802.11be **WiFi 7**	2,4 GHz 5 GHz 6 GHz	46 Gbit/s	20, 40, 80, 160 ou 320 MHz	70 m	Faible	Oui Max 16	2024

Le point d'accès sans fils
En bref

Les technologies de sécurisation WLAN

Protocoles	Remarques	Date
WEP 64 Wired Equivalent Privacy	Utilise des clés de chiffrement à 64 bits Ce protocole est désuet	1999
WEP 128 Wired Equivalent Privacy	Utilise des clés de chiffrement à 128 bits Ce protocole est désuet	1999
WPA Wifi Protected Access	Ce protocole a été créé pour parer aux failles de sécurité de WEP. Ce protocole est désuet	2003
WPA2 Wifi Protected Access 2	C'est le protocole est à privilégier	2004
WPA3 Wifi Protected Access 3	Evolution du WPA2 permettant d'augmenter encore la sécurité	2018

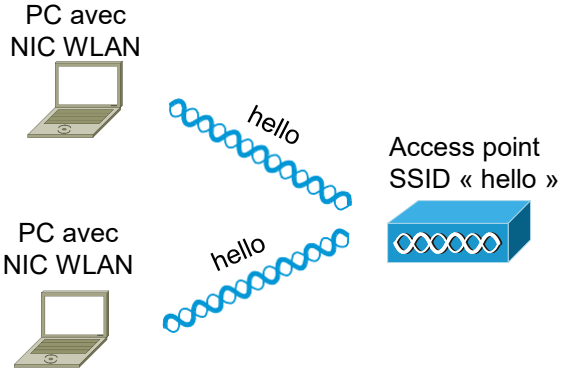
Le point d'accès sans fils
En bref

Les 2 modes WPA

Mode	Utilisation	Caractéristiques
WPA-Personal (WPA-PSK) PSK=Pre-Shared Key PSK=Clé partagée	Réseaux WLAN privés	Une clé est partagée entre l'access point WIFI et tous les clients (PC, smartphone, TV, …). En cas de changement de la clé sur l'access point, elle doit également être modifiée sur tous les clients.
WPA-Entreprise (WPA-802.1x, RADIUS) RADIUS=Serveur d'authentification des utilisateurs	Réseaux WLAN dans les entreprises	Pas de clé sur l'Access point. Chaque utilisateur à son nom d'utilisateur et mot de passe personnel. Le nom d'utilisateur/mot de passes sont validé par l'access point sur le serveur RADIUS. Un utilisateur peut être révoqué sans nécessiter de changement pour les autres utilisateurs

Le point d'accès sans fils
En bref

Mode 1: Infrastructure

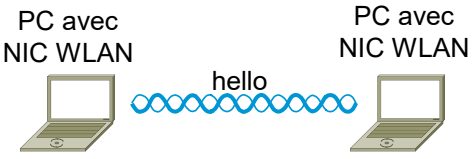


Les ordinateurs communiquent avec un access point. Le trafic passe au travers de l'access point pour atteindre le destinataire.

Le SSID (Service Set IDentifier) représente le nom du réseau.

Le point d'accès sans fils
En bref

Mode 2: Ad-Hoc



Les ordinateurs communiquent entre eux sans access point.

Le SSID (Service Set IDentifier) représente le nom du réseau.

Packet Tracer Exo 6

Questions de répétition

1) Quel est le domaine de collision d'un switch dont tous les ports sont configurés en full-duplex?

2) Quel est le rôle du protocole CSMA/CD?

3) Qu'est-ce qu'un port auto-sens?

Questions de répétition

4) Quelle est la bande passante brute d'un access point 802.11g?

5) Quelle est la bande passante brute d'un access point 802.11n?

6) Quelle est la bande passante brute d'un access point 802.11ac?

Objectifs:

- Citer et expliquer le fonctionnement des équipements réseaux fonctionnant en couche 3.
- Installer et configurer un routeur.
- Expliquer la différence entre le routage statique et le routage dynamique.
- Analyser le fonctionnement et rechercher les fautes systématiquement sur un réseau LAN.

La couche réseau

IP – Internet Protocol

Le protocole IP version 4 (IP v4) est aujourd'hui le protocole de couche 3 le plus utilisé. Le rôle d'un protocole de couche 3 est de trouver un chemin dans le réseau pour transporter chaque paquet à leur destination.

Le protocole IP permet de transporter des paquets sur de grands réseaux. Quel que soit le protocole de couche 2 d'un réseau LAN ou WAN (Ethernet, Token Ring, ATM, ISDN) IP trouve un chemin vers la destination.

Le protocole IP est utilisé sur le réseau mondial Internet pour trouver un chemin vers les différents serveurs WEB, mais également sur de gros ou petits réseaux locaux.

IP – Internet Protocol

En tant que protocole de couche 3 du modèle OSI, IP se charge des fonctions principales suivantes :

•Routage : le routage consiste à trouver un chemin adapté au travers d'un réseau complexe pour y transporter un paquet.

•L'adressage logique ou adressage réseau : C'est l'adressage IP de la couche 3.

•Fragmentation et défragmentation : les trames de couche 2 ne peuvent dépasser une longueur donnée. Si le paquet IP a une taille trop importante, il doit être découpé (fragmenté) avant que chaque morceau soit transmis à la couche 2. A la réception, les morceaux sont remis ensemble (défragmentés) afin de reformer le paquet initial.

L'adressage IP

Une adresse IP est un numéro d'identification qui est attribuée à chaque interface avec le réseau de tout matériel informatique (routeur, ordinateur, modem ADSL, imprimante réseau, etc).

Cette adresse est assignée individuellement par l'administrateur du réseau local ou automatiquement via le protocole DHCP que nous étudierons plus tard (Module I-CH 123). Si l'ordinateur dispose de plusieurs interfaces, chacune dispose d'une adresse IP.

Chaque paquet transmis par le protocole IP contient l'adresse IP de l'émetteur ainsi que l'adresse IP du destinataire.

Les routeurs IP acheminent les paquets vers la destination de proche en proche.

Mot décimal - Mot binaire

Chacun des 4 mots décimaux peut être traduit en binaire et vice et versa.

Traduisons l'adresse IP 130.47.34.234 en binaire:

Bits	8	7	6	5	4	3	2	1
Poids des bits	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1
	128 +	0 +	0 +	0 +	0 +	0 +	2 +	0=130
	1	0	0	0	0	0	1	0

Traduisez de la même manière 47, 34 et 234 en binaire.

Mot binaire - Mot décimal

Traduisons l'adresse IP le mot binaire (8bits) 10100111 en décimal

Bits	8	7	6	5	4	3	2	1
Poids des bits	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1
	1	0	1	0	0	1	1	1
	128 +	0 +	32 +	0 +	0 +	4 +	2 +	1=167

Traduisez de la même manière 00011111, 10101010 et 10000001 en décimal.

Format des adresses IP

Les adresses IP ont 32 bits, on les écrit normalement en décimal sous forme de 4 octets de 8 bits séparés d'un point.

Exemple:

10000010 00101111 00100010 11101010 (Binaire)
130 . 47 . 34 . 234 (Décimal)

Chaque octet peut prendre des valeurs décimales allant de:
0 -> 00000000 en binaire
255 -> 11111111 en binaire

Remarque:
Nous utilisons actuellement le protocole IP version 4. Ce protocole va, dans les années à venir, être remplacé par le protocole IPv6 dont les adresses sont représentées sur 128 bits.

Les réseaux IP

Les adresses IPv4 se composent de deux parties**, la partie réseau et la partie hôte.**

Le masque de sous-réseau permet de déterminer la frontière entre ces 2 parties.

Adresse IP:	130 .	47 .	34 .	234
Adresse IP binaire:	10000010	00101111	00100010	11101010
Masque de réseau:	255 .	255 .	0 .	0
Masque binaire:	11111111	11111111	00000000	00000000
	Réseau		Hôtes	
Réseau IP:	130 .	47 .	0 .	0

L'adresse IP 130.47.34.234 avec le masque 255.255.0.0 fait partie du réseau IP 130.47.0.0

Les classes des réseaux IP

Il y a quelques années, les adresses IP étaient réparties en 3 classes, les adresses de classes A, B et C:

Les adresses de classe A dont le masque vaut 255.0.0.0 permettent d'adresser 2^{24} -2 = 16'777'214 hôtes.
Les 126 réseaux de classe A sont: 1.x.x.x à 126.x.x.x

Les adresses de classe B dont le masque vaut 255.255.0.0 permettent d'adresser 2^{16} -2 = 65'534hôtes.
Les 16'384 réseaux de classe B sont: 128.0.x.x à 191.255.x.x

Les adresses de classe C dont le masque vaut 255.255.255.0 permettent d'adresser 2^{8} -2 = 254 hôtes.
Les 2 millions de réseaux de classe C sont: 192.0.0.x à 223.255.255.x

Aujourd'hui, la notion de classe n'est plus utilisée, c'est le masque de sous-réseau qui indique le nombre de bits utilisés pour la partie réseau.

Les masques de sous-réseaux

Adresse IP:	130 .	47 .	34 .	234
Adresse IP binaire:	10000010	00101111	00100010	11101010
Masque de réseau classe B:	255 .	255 .	0 .	0
Masque de réseau binaire:	11111111	11111111	00000000	00000000
Masque de sous réseau:	255 .	255 .	255 .	0
Masque de sous réseau binaire:	11111111	11111111	11111111	00000000

L'adresse IP 130.47.34.234 est une adresse de classe B ayant normalement un masque de réseau 255.255.0.0, ce qui implique qu'elle fait partie du réseau 130.47.0.0.

Nous avons décidé d'utiliser le masque de sous réseau 255.255.255.0 pour l'adresse 130.47.34.234. Avec ce masque, l'adresse fait partie du réseau 130.47.34.0.

Masque en notation slash /

Pour avoir une signification une adresse IP doit toujours être accompagnée de son masque.

Adresse IP:	130	.47	.34	.234
Masque:	255	.255	.255	.0
Masque (b)	11111111.11111111.11111111.00000000			

24

La notation / permet de noter une adresse IP avec son masque de façon plus courte.

130.47.34.234 /24

Les adresses IP privées et publiques

Il existe 2 types d'adresse IP:

Les adresses IP publiques sont utilisées pour communiquer sur Internet. Il s'agit de toutes les adresses IP sauf les adresses privées. Exemple 9.230.1.2 ou 185.145.34.212

Les adresses IP privées sont utilisées pour communiquer sur des réseaux privés d'entreprise. Mais on ne peut en aucun cas accéder à Internet avec un ordinateur ayant une adresse IP privée. Les adresses IP privées sont les suivantes:

10.0.0.0	**à**	**10.255.255.255**	**masque 255.0.0.0**
172.16.0.0	**à**	**172.31.255.255**	**masque 255.255.0.0**
192.168.0.0	**à**	**192.168.255.255**	**masque 255.255.255.0**

Ces plages d'adresses sont à connaître

Adressage IP
Adresses de réseau / hôtes / broadcast

Réseau	192.168. 1	0
Masque	255.255.255	0
	Réseau 24 bits	Hôte
	8 bits . 8 bits .8 bits	8 bits

Dans le réseau 192.168.1.x, les 8 bits de la partie « hôte » peuvent prendre des valeurs allant de 00000000 (0 décimal) à 11111111 (255 décimal).

La première adresse est utilisée pour adresser le réseau. La dernière adresse est une adresse particulière appelée adresse de diffusion ou broadcast. Il reste donc 254 adresses pour les hôtes

Adressage IP
Adresses de réseau / hôtes / broadcast

Réseau	192.168. 1	0
Masque de réseau	255.255.255	0
	Réseau 24 bits	Hôte
	8 bits . 8 bits . 8 bits	. 8 bits

1ère adresse:	192.168.1.0	Cette adresse est l'adresse du réseau
2ème adresse:	192.168.1.1	Cette adresse est utilisée pour le PC 1
3ème adresse:	192.168.1.2	Cette adresse est utilisée pour le PC 2
4ème adresse:	192.168.1.3	Cette adresse est utilisée pour le PC 3
5ème adresse:	192.168.1.4	Cette adresse est utilisée pour le PC 4
…….	…….	……
256ème adresse:	192.168.1.255	Adresse de diffusion ou broadcast

Les adresses IP spéciales

Dans chaque réseau IP il y a 2 adresses spéciales:

•La première adresse (partie HOST = 0) est l'adresse du réseau lui-même.

•La dernière adresse (partie HOST = 1) est l'adresse de diffusion ou broadcast. Lorsqu'un paquet est envoyé à l'adresse de broadcast, tous les HOST du réseau en reçoivent une copie.

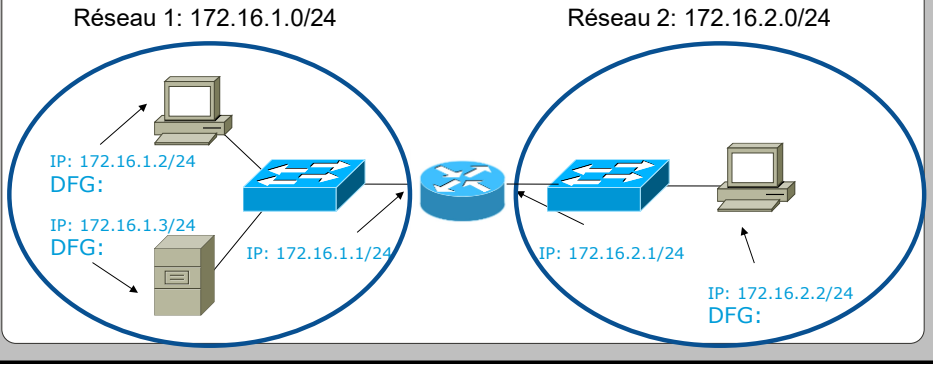
De plus les adresses de la classe A 127.x.x.x sont des adresses de loopback utilisées pour faire des tests. Vous pouvez par exemple testez votre serveur WEB en local en utilisant votre navigateur Internet à l'adresse http ://127.0.0.1.

Packet Tracer Exo 7

Packet Tracer Exo 8

La passerelle par défaut – Default Gateway (DFG)

La passerelle par défaut représente l'adresse IP de l'équipement auquel les paquets **à destination d'autres réseaux** doivent être envoyés. Il s'agit **d'un routeur** qui relie le LAN aux autres réseaux.
L'adresse de la passerelle par défaut doit toujours être dans le même réseau que le PC.
Si l'on désire uniquement envoyer des paquets à l'intérieur du LAN il n'est pas nécessaire de définir une passerelle par défaut



Communication PC – switch - routeur

Si l'on veut changer de réseau IP, il est nécessaire d'utiliser un routeur.

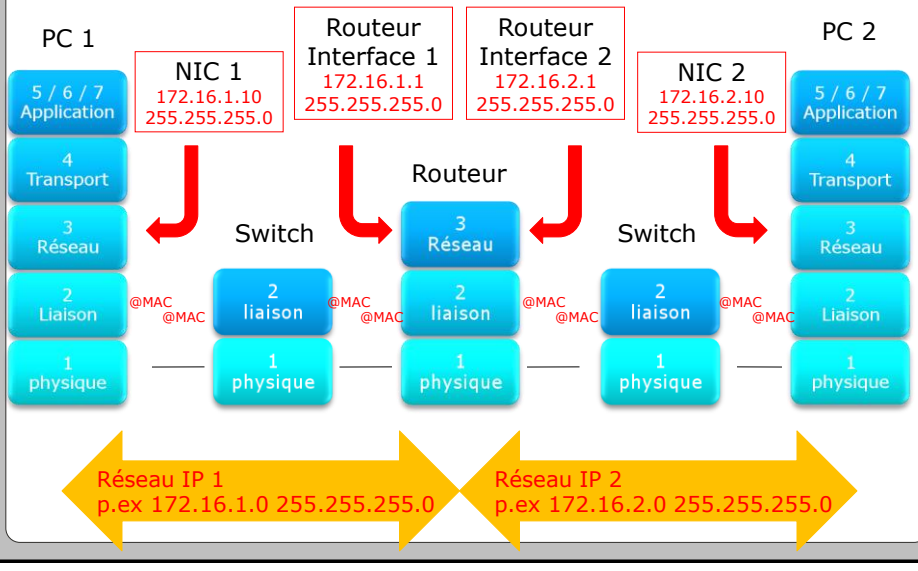
Le routeur permet de router les paquets IP entre des réseaux différents.

Les ordinateurs sont reliés au routeur par un câble Ethernet croisé.

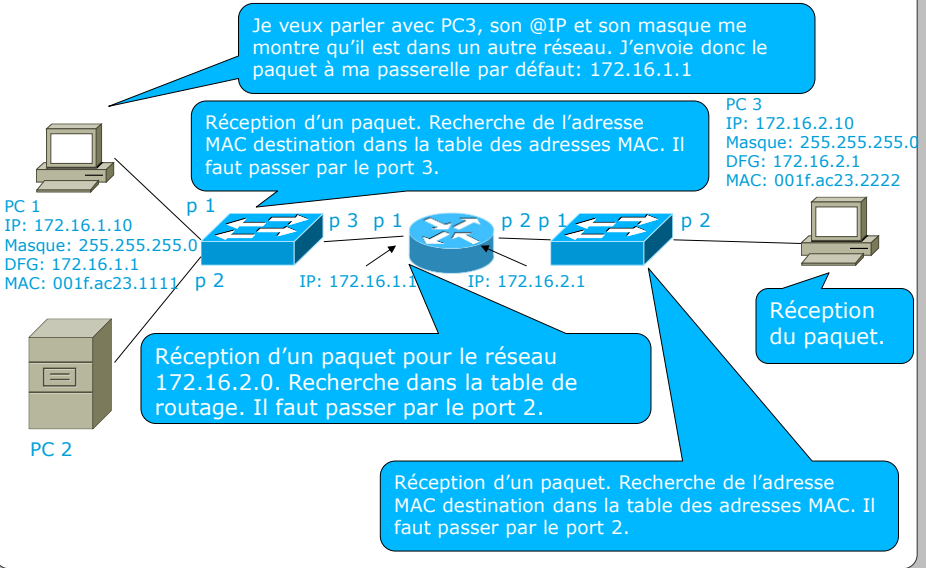
Les switchs sont reliés au routeur par un câble Ethernet droit.

La passerelle par défaut (gateway) est nécessaire, elle pointe sur le routeur qui permettra aux paquets de passer dans un autre réseau.

Communication PC–Switch-Routeur-Switch-PC
Le modèle TCP/IP



Communication PC–Switch-Routeur-Switch-PC
Comment ça marche…



La communication entre réseaux IP différents

Dans un réseau important, par exemple un réseau d'entreprise ou Internet, un paquet doit traverser plusieurs réseaux IP pour atteindre sa destination.

Pour commencer, le PC envoie, les paquets à destination d'autres réseaux, à sa passerelle par défaut. Cette passerelle correspond à une des interfaces d'un routeur.

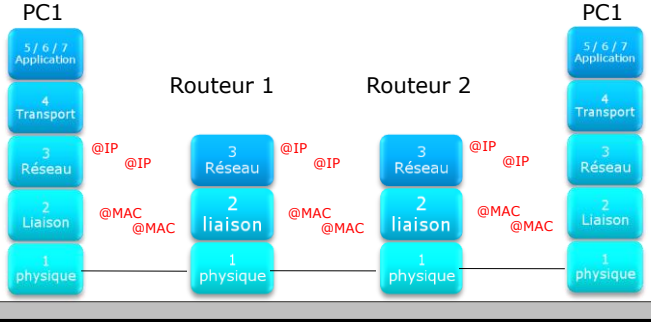
La paquet est ensuite envoyé de routeur en routeur au travers du réseau en direction de sa destination. C'est le principe **du routage IP.**

@IP et @MAC

Lorsque un paquet transite par un réseau IP, **les adresses IP de couche 3 restent identiques** durant tout le trajet du paquet.

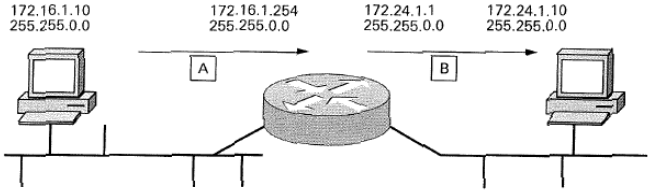
Par contre **les adresses MAC changent à chaque routeur**. En effet, le routeur:

1.Dés-encapsule jusqu'à la couche 3.
2.Avec l'adresse IP destination et les informations contenues dans sa table de routage, il route le paquet vers une interface de sortie.
3.Encapsule le paquet dans une nouvelle trame de couche 2. Des requêtes ARP peuvent être nécessaires.



@IP et @MAC

Adresses logiques (IP)



Adresses physiques (MAC)

00 00 0F 04 AF 8C 00 00 47 56 FA A3 00 00 47 DD D6 83 00 00 13 83 8B 34

Paquet sur le tronçon A :

Header Layer 2			Header Layer 3			Daten	Trailer L2
Destination Addr	Source Addr	Andere Felder	Destination Addr	Source Addr	Andere Felder		Check Summe
00 00 47 56 FA A3	00 00 F 04 AF 8C	uvw	172.24.1.10	172.16.1.10	xyz	abcdefghij	839563

Paquet sur le tronçon B :

Header Layer 2			Header Layer 3			Daten	Trailer L2
Destination Addr	Source Addr	Andere Felder	Destination Addr	Source Addr	Andere Felder		Check Summe
00 00 13 83 8B 34	00 00 47 DD D6 83	uvw	172.24.1.10	172.16.1.10	xyz	abcdefghij	488594

Packet Tracer Exo 9

Objectifs:

- Citer et expliquer le fonctionnement des équipements réseaux fonctionnant en couche 3.
- Installer et configurer un routeur.
- Configurer du routage statique.
- Analyser le fonctionnement et rechercher les fautes systématiquement sur un réseau.

Les équipements de la couche réseau

Le routeur IP

Le routeur est un équipement de couche 3 du modèle TCP/IP, il route les paquets en direction de leur destination en utilisant l'adresse IP destination.
Un routeur peut router différents types de paquets, IP, IPX ou Appletalk, mais aujourd'hui, seul le protocole IP est utilisé.

Les utilisations possibles d'un routeur sont les suivantes:
1)Relier un réseau LAN à Internet au travers d'une liaison WAN.
2)Diviser un grand réseau LAN en sous réseaux.
3)Relier deux réseaux LAN avec une liaison WAN.
4)Relier un utilisateur distant à un réseau LAN (Remote access).
5)Relier les réseaux des opérateurs, par exemple à Internet) .

En fonction de son utilisation, le prix d'un routeur varie d'une centaine de francs à plusieurs centaines de milliers de francs.

Le routeur IP

Un ordinateur avec plusieurs cartes réseaux (interface) et un système d'exploitation correctement configuré (Windows, Linux, Linux Vyatta) peut router des paquets.

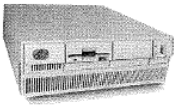
Il existe néanmoins des équipements dédiés au routage fabriqués par Cisco ou Zyxel par exemple. Ces équipements ne sont que des ordinateurs, avec un système d'exploitation particulier, optimisé pour router des paquets. Ces routeurs disposent de fonctions avancées leurs permettant par exemple de comprimer les données ou de les contrôler (Firewall).

Pour pouvoir relier des réseaux différents, le routeur doit disposer de différentes interfaces (Ethernet, token ring, ATM, ISDN, analogique, ….). Sur certains routeurs, ces interfaces peuvent être échangées, pour d'autres elles sont fixes.

Le routeur IP

En comparaison au switch, les routeurs sont relativement lents, car le processus de routage est réalisé en software.

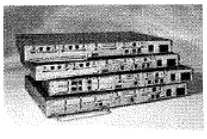
Quelques routeurs:



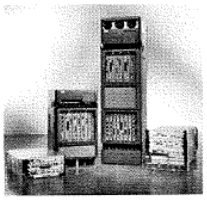
PC 80386 (~0 CHF)

Zyxel 202 H (~300 CHF)

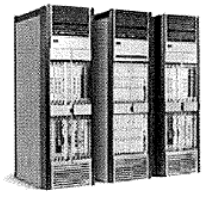
Cisco 1700 (~1 500 CHF)



Cisco 2600 (~2 000–5 000 CHF)



Cisco 11000 (>20 000 CHF)



Cisco Carrier Routing System

Le routage des paquets IP

Le routeur relie des réseaux logiques:

- Il a donc toujours plusieurs interfaces.
- Chacune de ses interfaces doit se trouver dans un réseau IP différent.

Dans un réseau IP, il y a plusieurs chemins différents vers une destination, le routeur doit donc être capable de router le paquet vers le meilleur chemin. Toutes les informations concernant le routage des paquets se trouvent dans **la table de routage** du routeur (Cisco: show ip route).

Chaque routeur dispose d'une table de routage. De même, chaque ordinateur dispose également d'une table de routage. (Windows: route print)

Le routage des paquets IP

Pour chaque paquet IP, le routeur:

1) Dés-encapsule les couches 1 et 2 pour obtenir le paquet IP.

2) Lit l'adresse IP destination.

3) Consulte sa table de routage pour trouver une interface de sortie vers le réseau de destination.

4) Ré-encapsule le paquet IP dans une nouvelle trame de couche 2.

5) Envoie le datagramme sur une interface de sortie.

Le routage statique

En routage statique, c'est l'administrateur qui configure les routes de la table de routage. Ce type de routage est utilisé sur des réseaux très simples ne comportant que peu de routes.

Les points suivants sont importants pour que le routage IP fonctionne correctement:

1)Chacune des interfaces d'un routeur doit avoir une adresse IP, sinon il n'est pas atteignable.
2)Chaque interface d'un routeur doit faire partie d'un réseau IP différent, sinon le routage n'est pas possible.
3)Toutes les liaisons entre routeurs sont des réseaux IP.

Le routage statique

La syntaxe de configuration d'une route statique diffère en fonction de l'équipement sur lequel on la configure.

Tâche	Cisco IOS	Windows	Linux
Visualiser la table de routage	show ip route	route print	route –n
Configurer une route statique	ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 10.2.0.1	route add 10.1.0.0 mask 255.255.0.0 10.2.0.1	route add 10.1.0.0 netmask 255.255.0.0 gw 10.2.0.1
Configurer une route par défaut	ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 161.92.1.2	route add 0.0.0.0 mask 0.0.0.0 161.92.1.2	route add default gw 161.92.1.2
Effacer une route statique	no ip route …	route del …	route del ….

Packet Tracer Exo 10

Les routes par défaut

Sur un réseau important un routeur ne peut pas connaître les routes vers tous les autres réseaux (p.ex. Internet).

Par défaut, lorsqu'un routeur ne trouve pas le réseau destination dans sa table de routage, il détruit le paquet. Pour éviter cette destruction, il est possible de configurer **une route statique par défaut**.

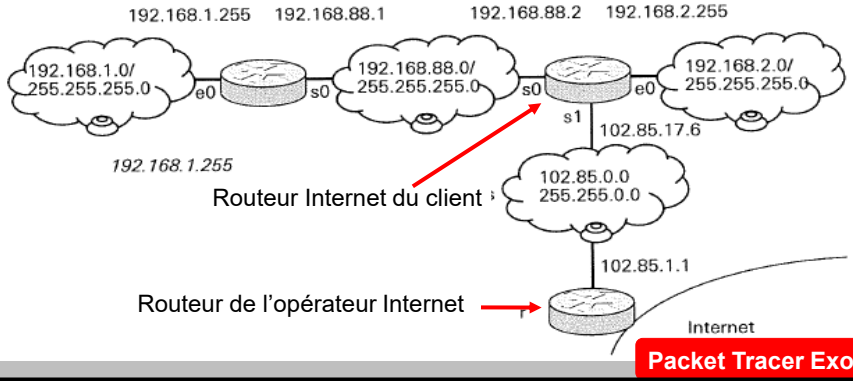
Le route par défaut est une route statique particulière qui permet d'envoyer tous les paquets pour lesquels on ne dispose pas de route vers un autre routeur qui lui, espérons-le, connaîtra le réseau de destination.

La route par défaut configurée dans la table de routage d'un routeur peut être comparée à la passerelle par défaut configurée sur un ordinateur.

Les routes par défaut - Exemple d'utilisation

Le routeur Internet du client connait les routes vers les différents réseaux du LAN, par contre, il ne connaît probablement pas toutes les routes de l'Internet. On configure donc sur le routeur du client une route par défaut vers le routeur Internet de l'opérateur qui lui connaît toutes les routes de l'Internet (~200'000 routes!!).

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 102.85.1.1



Packet Tracer Exo 11

Objectifs:

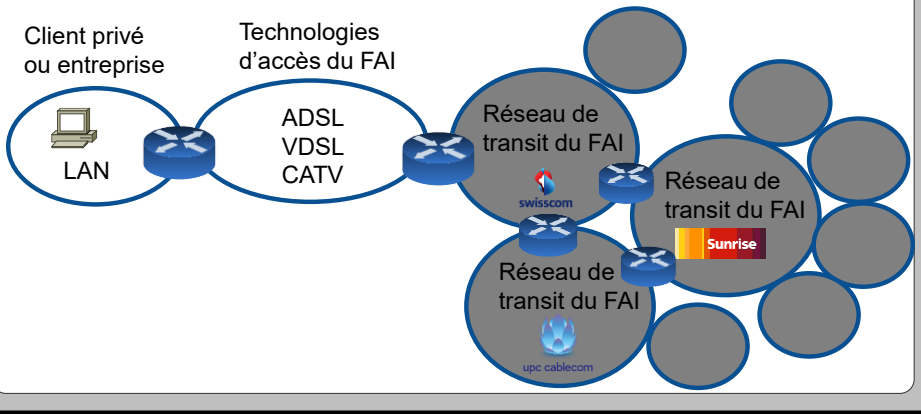
- Expliquer le rôle des FAI
- Connaitre les technologies permettant de connecter une petite entreprise à Internet.

Connexion Internet et les FAI

Accès à Internet - FAI

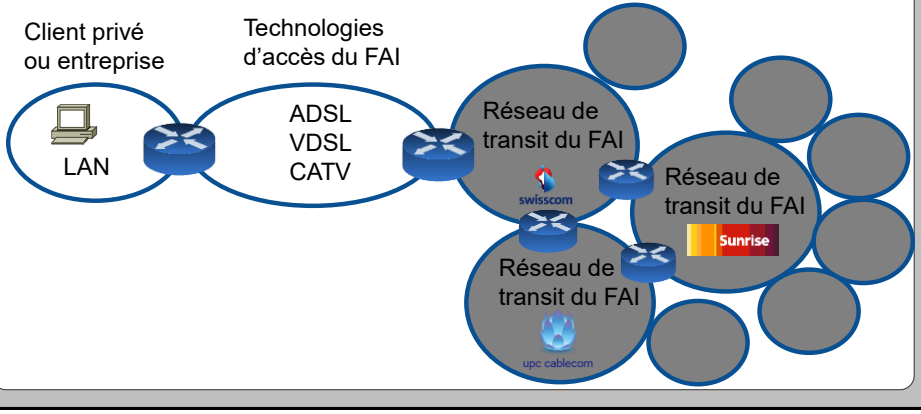
La connexion à Internet d'un privé ou d'une entreprise nécessite de faire appel à un fournisseur d'accès Internet (FAI).

Les FAI sont des opérateurs ayant un réseau informatique au niveau d'un pays entier (WAN). Les réseaux des différents FAI sont interconnectés pour former l'Internet.



Accès à Internet – Router client

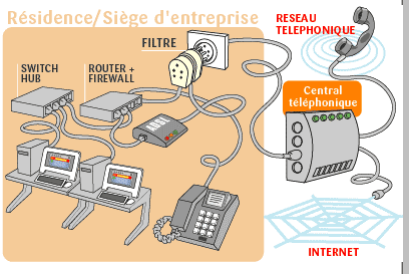
Chez les clients, une connexion Internet nécessite de changer de technologie, Ethernet du côté client et ADSL du côté FAI. L'installation d'un router avec un port Ethernet et un port ADSL permet ce changement.



Les technologies d'accès à Internet

1) xDSL

La famille de technologie xDSL, Comprend entre autres le **VDSL** (Very high speed Digital Subscriber Line) et l'**ADSL** (Asymetric DSL) qui permet:

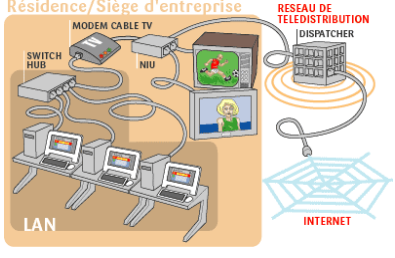


- le transport de données à haut débit sur les fils de cuivre classiques du téléphone
- une connexion permanente à Internet tout en conservant la ligne de téléphone disponible pendant les connexions.

Les technologies d'accès à Internet

2) CATV

Utilisation des câbles coaxiaux de distribution des programmes de télévision. Plusieurs opérateurs de télédistribution, dont Cablecom, fournissent déjà ce service aux résidentiels et aux professionnels en Suisse.



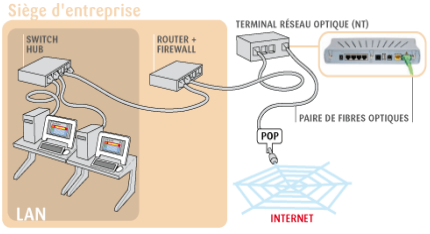
En Suisse 94% des ménages ont accès à un des plus de 400 opérateurs de réseaux de télédistribution.

L'accès à Internet via le câble TV (CATV) est un accès à haut débit asymétrique, comme le VDSL.

Les technologies d'accès à Internet

3)Fibre optique - FTTH

La FO (fibre optique) est un nouveau support physique basé sur la possibilité de transmission des informations sous la forme d'ondes lumineuses. Cette technologie permet le transport symétrique de données à de très hauts débits.



Caractéristiques de la connexion FO:

- le débit n'est pas lié à la distance
- le débit est pratiquement illimité. On peut atteindre un débit de 1000 Mbits/s (1 Gbits/s).

Les technologies d'accès à Internet

3)Fibre optique - FTTH

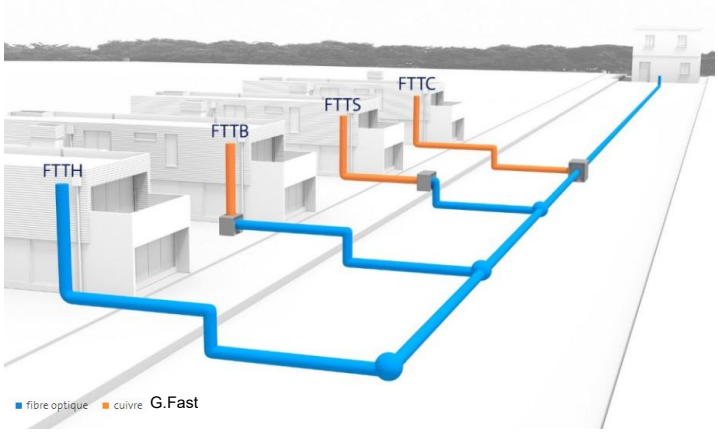
Il existe différentes techniques de transmission optique. L'objectifs est d'amener le câble optique le plus près possible de chaque usager. Plus la fibre est amenée proche de l'usager, plus les coûts de déploiement du réseau sont grand.

	Coûts
FTTC: Fiber to the Curb (fibre jusqu'au répartiteur)	Moyens
FTTB: Fiber to the Building (fibre jusque dans l'immeuble)	Elevés
FTTH: Fiber to the Home (fibre jusqu'à l'habitation)	Très élevés

En FTTB et FTTC, les derniers mètres jusqu'à l'utilisateur utilisent le câblage téléphonique avec la technologie **G.Fast** proche du VDSL et permettant d'atteindre un débit de 1 Gbit/s Ethernet.

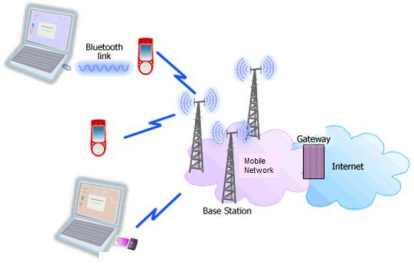
Les technologies d'accès à Internet

3)Fibre optique - FTTH



Les technologies d'accès à Internet

4)Réseaux mobiles



1995 GSM	2G	9,6kbit/s
1999 HSCSD	2G	115,2kbit/s
2002 GPRS	2G	30 à 40 kbit/s
2003 EDGE	2G	275 kbit/s
2004 UMTS	3G	384 kbit/s
2006 HSPA	3G	14,4 Mbit/s par cellule
2010 HSPA+	3G	21 Mbit/s par cellule
2012 LTE	4G	Théorique 150 Mbit/s par cellule.
2015 LTE Advanced		
	4G+	Théorique 300-450 Mbit/s par cellule Introduction de VoLTE
2018	5G	Théorique 1 Gbit/s par cellule.

Objectifs:

- Expliquer le rôle des FAI
- Connaitre les technologies permettant de connecter une petite entreprise à Internet.

Découpage géographique des réseaux

163

163

Découpage géographique des réseaux

Les réseaux informatiques sont classés suivant leur portée :

- le réseau personnel (PAN) relie des appareils électroniques personnels. Par ex: Bluetooth, USB;
- le réseau local (LAN) relie les ordinateurs ou postes téléphoniques situés dans la même pièce ou dans le même bâtiment. Par ex: FastEthernet, GibabitEthernet;
- le réseau local (WLAN) est un réseau LAN utilisant la technologie WIFI. Par ex: 802.11n;
- le réseau métropolitain (MAN) est un réseau à l'échelle d'une ville. Par ex: 10GigabitEthernet, MPLS;
- le réseau étendu (WAN) est un réseau à grande échelle qui relie plusieurs sites ou des ordinateurs du monde entier. Internet est un réseau WAN.

164