

Travaux Dirigés

Module: Réseaux Informatiques

Correction Série N°1 : Modèle OSI

Exercice 1:

1) Les réseaux informatiques présentent plusieurs **avantages** :

- **Communication** : les réseaux permettent de **communiquer** et **d'échanger** des messages très facilement en quelques secondes (Messagerie instantanée/messages texte, Réseaux sociaux, Blogs).
- **Partage de ressources matérielles/logicielles**: Rendre accessible à chaque membre du réseau des programmes, des données et des équipements indépendamment de leur localisation physique.
⇒ Avec un réseau, il est également possible de rendre certains programmes accessibles à l'ensemble des utilisateurs. En les installant sur un serveur central, les différentes personnes reliées au réseau peuvent utiliser leurs propres ordinateurs pour accéder à ce programme et s'en servir comme s'il était installé sur leur ordinateur.
- **Apprentissage** : Les réseaux facilitent l'apprentissage, ils permettent aujourd'hui :
 - La création de classes virtuelles;
 - La diffusion vidéo à la demande;
 - Les espaces d'apprentissage collaboratifs;
 - L'apprentissage sur appareils mobiles.



2) Décrire les caractéristiques principales des réseaux suivants :

PAN, WPAN, LAN, WLAN, MAN, WAN

Réseau	Caractéristiques
Réseau personnel PAN (Personal Area Network)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permet d'interconnecter des équipements personnels (ordinateur, tablette, Smartphone, etc) à l'échelle individuelle. ▪ Couverture géographique très limitée (moins d'une dizaine de mètres < 10 m). ▪ Débit de transfert de données relativement faible. ▪ Interconnecte un nombre très restreint d'équipements. ▪ Techniques de transmission : USB ou FireWire.
Réseau personnel sans fil WPAN (Wireless Personal Area Network)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Technologies de transmission : Bluetooth, USB sans fil, ZigBee ou Z-Wave, etc.

Réseau Local LAN (Local Area Network)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réseau privé (utilise des adresses IP qui ne sont pas routées sur Internet). ▪ Couverture géographique limitée (de quelques mètres à quelques Km). ▪ Supports de transmission: câbles en cuivre (les plus utilisés) ou en fibre optique. ▪ Débit de transfert de 100 Mbit/s jusqu'à 10 Gbit/s ou plus pour les plus récents, selon la structure du réseau et le support de transmission utilisé. ▪ Une norme commune très répandue : Ethernet.
Réseau local sans fil WLAN (Wireless Local Area Network)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Offre la possibilité d'intégrer facilement des appareils dans un réseau domestique ou d'entreprise. ▪ On utilise couramment le terme WiFi pour désigner un WLAN selon la norme IEEE 802.11. ▪ Débit de transfert jusqu'à 7 Gbit/s (norme 802.11ad). ▪ Il est très répandu de nos jours, surtout dans les habitations, les immeubles de bureaux, les cafétérias et autres lieux où l'installation de câbles poserait trop de problèmes.
Réseau Métropolitain MAN (Metropolitan Area Network)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interconnecte plusieurs lieux situés dans une même ville, par exemple les différents sites d'une université ou d'une administration, chacun possédant son propre réseau local. ▪ Réseau privé ou public. ▪ Interconnecte plusieurs LAN géographiquement proches (entre quelques km à 10 Km). ▪ Infrastructure réseau qui couvre une zone plus vaste qu'un LAN, mais moins étendue qu'un WAN. ▪ Il est formé de commutateurs ou de routeurs interconnectés par des liens hauts débits.
Réseau étendu WAN (Wireless Wide Area Networks)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Infrastructure réseau qui couvre une zone étendue (plusieurs Km). ▪ Fonctionne grâce à des routeurs. ▪ Le nombre de réseaux locaux connectés à un WAN est illimité. ▪ Le plus connu des WAN est Internet.

- 3) Illustrez chacun des types de réseaux suivants par un **exemple concret** : **PAN, LAN, MAN et WAN**. (Voir le cours - Chapitre 1)
- 4) Spécifier la différence entre les réseaux suivants : **LAN, MAN et WAN**. (Voir le tableau ci-dessus).
- 5) Les réseaux informatiques peuvent être classés selon différents critères:
 - ❖ **Nature de la liaison entre les nœuds connectés:**
 - Liaison directe: Il y a un lien direct entre deux nœuds du réseau.
 - Liaison commutée: La liaison passe par des nœuds intermédiaires.
 - ❖ **Couverture géographique ou portée:** en fonction de la distance maximale reliant deux nœuds.
 - ❖ **Topologie:**
 - **Physique:** La façon dont les équipements sont interconnectés.
 - **Logique:** La façon dont les données transitent dans les lignes de communication.
 - ❖ **Utilisation:** en fonction de leurs utilisations et des services qu'ils offrent.
- 6) Définir le mot topologie : **physique** et **logique**.
 - **Topologie physique:** **Comment les nœuds sont interconnectés entre eux ?**
 - Elle désigne les connexions physiques et elle identifie la façon dont les périphériques finaux et les périphériques d'infrastructure (routeurs, commutateurs, points d'accès sans fil, etc) sont interconnectés.
 - **Topologie logique** définit la façon dont les données transitent dans les lignes de communication.

7) Que se passe-t-il dans un réseau local en **bus** s'il n'y a pas de bouchon de terminaison.

Aucune transmission n'est possible. Le bouchon ou Terminator permet d'absorber le signal afin d'éviter la réflexion du signal en arrivant aux extrémités du câble. La réflexion est une source de bruit qui perturbe toutes les transmissions.

8) Que désignent les termes suivants : (Voir le cours – Chapitre 1)

Protocole, Client, Serveur, Architecture Client-Serveur

9) Comparer les topologies « **bus** », « **étoile** » et « **anneau** » en terme de :

	Bus	Anneau	Étoile
Longueur de câble (quantité de câble)	Importante (Longueur du câble « généralement coaxial) est limité)	Moins importante	Plus importante
Facilité de rajouter une machine	Facile à mettre en œuvre et à étendre.	Difficile d'insérer une nouvelle station (car tout ordinateur est connecté à deux autres ordinateurs).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Facile d'ajouter et de retirer des périphériques du l'équipement central (Hub/Switch) ▪ Facile à dépanner (localisation facile des pannes). ▪ Facile à installer et à surveiller. ▪ Chaque périphérique possède un débit total de la bande passante.
Défaillance (citer les points sensibles du réseau)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si l'une des connexions est défectueuse, l'ensemble du réseau sera affecté. ▪ Un câble coupé peut interrompre le réseau. ▪ Valable pour un nombre limité de périphériques ▪ Tous les ordinateurs partagent la même bande passante du bus. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La rupture du support peut interrompre le réseau. ▪ Le retrait ou la panne d'une station paralyse le trafic du réseau. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plus coûteux que les réseaux en bus et en anneau (achat du périphérique central et d'autant de câbles que de nœuds). ▪ Une panne du périphérique central provoque la déconnexion du réseau de tous les nœuds qui y sont reliés. ▪ Utilisation de multiples hub/switch afin de pouvoir communiquer entre différents réseaux ou ordinateurs.
Sécurité	Faible sécurité (toutes les stations connectées au bus peuvent lire toutes les données transmises sur celui-ci)	Faible sécurité	Forte sécurité (en cas d'utilisation d'un switch)
Temps d'accès et déterminisme	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accès par compétition ▪ Possibilité des collisions: Si deux stations décident d'émettre en même temps. ▪ Cette méthode est non déterministe: Une technologie pour éviter les collisions CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accès par élection, toute station désirant émettre doit d'abord s'emparer du jeton, émettre son message puis renvoyer le jeton à la station suivante. ▪ Il n'y a pas de collisions, les risques de saturation sont faibles mais cette méthode provoque des temps d'attente non négligeables. ▪ Cette méthode est déterministe: Méthode du jeton (token ring) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accès par compétition, chaque station peut émettre dès qu'elle le désire (méthode aléatoire) ce qui implique un risque de conflits et donc des procédures de résolution de ces conflits. ▪ Cette méthode est non déterministe: elle ne permet pas de prévoir l'instant exact où une station aura accès au support, ex: CSMA/CD.

Exercice 2:

1) Donnez une comparaison entre le modèle **OSI** et le modèle **TCP/IP** :

Le modèle **OSI** est un modèle de référence normalisé créé par l'ISO. Il décrit la manière dont les différents composants logiciels et matériels impliqués dans une communication en réseau se répartissent les tâches et interagissent les uns avec les autres. Par contre, le modèle **TCP/IP** a été créé afin de répondre à un problème **pratique**, alors que le **modèle OSI** correspond à une approche **plus théorique**.

- Le modèle **OSI** est donc plus **facile à comprendre**, mais le modèle **TCP/IP** est le **plus utilisé en pratique**.
- Le modèle **TCP/IP**, du nom de ses **deux protocoles** principaux :
 - **IP (Internet Protocol)** correspond au niveau 3 du modèle **OSI** (couche **Réseau**).
 - **TCP (Transmission Control Protocol)** correspond au niveau 4 « **couche Transport** » du modèle **OSI**.
- Le modèle **OSI** se compose de **sept couches** et **TCP/IP** se compose de **quatre couches**.
- Les deux premières couches (**physique** et **liaison de données**) du modèle **OSI** correspondent à la couche **accès réseau** de **TCP/IP**.
- La couche 3 du modèle **OSI (réseau)** correspond à la couche **Internet** de **TCP/IP**.
- La couche 4 du modèle **OSI (transport)** correspond à la couche **transport** de **TCP/IP**.
- Et les couches 5, 6 et 7 du modèle **OSI (session, présentation et application)** correspondent à la couche **Application** de **TCP/IP**.

2) Décrire les fonctions principales de la couche physique et de la couche liaison de données du modèle **OSI**.

Couche Physique : Fonctions

- Le rôle de la couche physique est de **coder** les chiffres binaires (**bits**) qui représentent des **trames** de couche liaison de données **en signaux**, et de **transmettre** et **recevoir** ces signaux sur le **support physique** reliant des périphériques réseau.
- Le **processus** subi par les **données**, du nœud **source** au nœud de **destination**, est le suivant :
 - Les données utilisateur sont **segmentées** par la couche transport, placées dans des **paquets** par la couche réseau, puis **encapsulées** sous forme de **trames** par la couche liaison de données.
 - Elle **code les trames** et crée les **signaux électriques, optiques ou radioélectriques** qui représentent les **bits** dans chaque trame.
 - Ces **signaux** sont alors **envoyés** sur le **support physique** (câbles en cuivre, fibre optique, ondes, etc) individuellement.
 - La **couche physique** du nœud de **destination** récupère ces **signaux** individuels sur les supports, les convertit en **représentations binaires** et transmet les **bits** à la couche liaison de données sous forme de **trame complète**.

Couche Liaison de Données : Fonctions

- La couche liaison de données est responsable de l'**échange des trames** entre les nœuds via un support réseau physique. Elle permet aux couches supérieures d'**accéder aux supports** et **contrôle** la manière dont les données sont **placées** et **reçues** sur les supports.
- Elle accepte les **paquets** de la couche réseau et les encapsule dans des unités de données appelées **des trames**.
- Elle fournit un service de détection d'erreurs.

3) Décrire le rôle de chaque sous-couche LLC et MAC de la couche liaison de données.

Contrôle de liaison logique LLC (Logical Link Control) :

- Elle gère la **communication** entre la couche **réseau** et la couche **physique**. Celle-ci a généralement lieu entre le logiciel et le matériel réseau du périphérique.
- Elle extrait les données des protocoles réseau, en principe un **paquet IP**, et leur ajoute des **informations de contrôle** pour faciliter la transmission du paquet jusqu'au nœud de destination.
- Elle est mise en œuvre au niveau **logiciel**. Elle représente le **pilote de la carte réseau**.

Contrôle d'accès au support MAC (Medium Access Control) :

- Elle communique avec la technologie de réseau local **Ethernet** pour envoyer et recevoir des trames via des câbles en cuivre ou à fibre optique. Elle communique également avec les technologies **sans fil** telles que le **Wi-Fi** et le **Bluetooth** pour envoyer et recevoir des trames sans fil.
- Elle est mise en œuvre au niveau **matériel** (sur la **carte réseau** de l'ordinateur).

4) Donnez des exemples de protocoles de la couche réseau.

Il existe plusieurs protocoles de couche réseau. Cependant, seuls les **deux protocoles** suivants sont généralement mis en œuvre:

- Le protocole **IP version 4 (IPv4, 32 Bits)**
- Le protocole **IP version 6 (IPv6, 128 Bits)**

Exemples de protocoles de contrôle de l'Internet:

- **ARP** (Address Resolution Protocol).
- **ICMP** (Internet Control and error Message Protocol)
- **RARP** (Reverse ARP)

Exemples de protocoles de routage:

- **RIP** (Routing Information Protocol).
- **OSPF** (Open Shortest Path First).
- **IGRP** (Interior Gateway Routing Protocol).
- **EIGRP** (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol).
- **Integrated IS-IS** (Integrated Intermediate System to Intermediate System).

5) Quels sont les principaux services offerts par la couche réseau.

Les principaux services offerts par la couche réseau :

- **Adressage des périphériques finaux:** Configurer les périphériques par des adresses IP uniques pour être identifiés sur le réseau.
- **Routage:** Diriger les paquets vers un hôte de destination sur un autre réseau. Pour voyager vers d'autres réseaux, le paquet doit être traité par un routeur.
- **Encapsulation:** Ajouter des informations d'en-tête IP, telles que l'adresse IP source et de destination.
- **Désencapsulation:** lorsque le paquet arrive au niveau de la couche réseau de destination l'en-tête IP est supprimé du paquet.

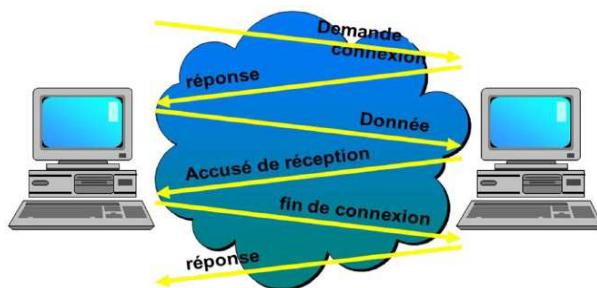
6) Donnez les fonctionnalités de la couche transport.

La fonction de base de la couche transport est **d'accepter** des données de la couche session (niveau 5), de les **découper**, le cas échéant, en plus petites unités, de les passer à la couche réseau et de s'assurer que tous les morceaux **arrivent correctement** de l'autre côté. Elle se préoccupe aussi de la correction d'erreurs.

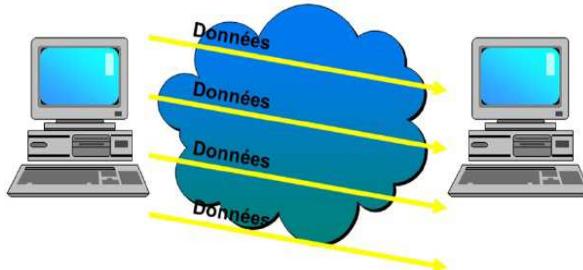
7) Donnez deux protocoles de la couche transport. Ensuite, décrire les caractéristiques principales de chaque protocole.

Deux protocoles de la couche transport : **UDP** et **TCP**.

- **TCP (Transmission Control Protocol)** - Protocole **fiable** et avec **connexion**: C'est un protocole fiable et complet, qui garantit que toutes les données arrivent à destination.



- **UDP (User Datagram Protocol)** – Protocole **non fiable** et **sans connexion**: C'est un protocole très simple qui ne permet pas de garantir la fiabilité.



8) Les tâches effectuées par les protocoles TCP et UDP sont :

- **Suivi des conversations**: Effectuer un suivi des communications individuelles entre les applications résidant sur les hôtes source et de destination;
- **Segmentation des données et reconstitution des segments** : Segmenter les données pour faciliter la gestion et réassembler les données segmentées en flux de données d'application vers la destination.
- **Identification des applications** : Identifier l'application appropriée pour chaque flux de communication.

9) Décrire les rôles principaux de la couche session et de la couche présentation du modèle OSI.

Couche session :

- Les fonctions de la couche session **créent** et **gèrent** les **dialogues** entre les applications source et de destination. Elle traite **l'échange** des informations pour commencer et maintenir un dialogue et pour redémarrer les sessions interrompues ou inactives pendant une longue période.

Couche présentation :

- Elle met en **forme** ou **présente** les données dans un **format compatible** pour la réception par le périphérique de destination.
- Elle **compresse** les données de sorte que celles-ci puissent être **décompressées** par le périphérique de destination.
- **Chiffrement** (ou **cryptage**) des données en vue de leur transmission et **déchiffrement** des données reçues par le périphérique de destination afin de protéger la **confidentialité** des données.

10) Exemples de protocoles de la couche application.

HTTP, SMTP, SNMP, FTP, TFTP, DNS, DHCP, POP, IMAP, Telnet.

11) Les différents modes d'accès au medium :

- **CSMA/CD (CSMA/Collision Detection) sur bus, définie dans le standard IEEE 802.3 :**
 - Le périphérique **contrôle le support** pour établir si celui-ci comporte un signal de données. Si **aucun signal** de données n'est détecté, à savoir si le support est **libre**, le périphérique transmet ses données.
 - Si des signaux sont alors détectés, ce qui indique qu'un autre périphérique était en train de transmettre des données, **tous les périphériques arrêtent** de transmettre leurs données et réessayent ultérieurement au bout d'un **court laps de temps**.
- **CSMA/CA (CSMA/Collision Avoidance) sur canal radio, définie dans le standard IEEE 802.11 :**
 - Le périphérique examine le support pour établir si celui-ci comporte un signal de données. Si le support est libre, le périphérique envoie une notification à travers le support pour indiquer son intention de l'utiliser. Le périphérique transmet alors ses données. Les collisions doivent toujours **être envisagées** sur les connexions sans fil des environnements de réseau local.
- **Token ring ou anneau à jeton** : c'est à dire sur bus ou sur anneau, sont définies respectivement dans les standards IEEE 802.4 et IEEE 802.5.

12) Les réseaux **10BASE5** et **10BASE2**.

- **10BASE5** est une norme Ethernet spécifiant une couche physique du modèle OSI utilisant une topologie réseau en bus, d'une longueur maximale de 500 mètres avec 100 connexions espacées au

minimum de 2,50 m et une vitesse de **10** Mbit/s. Il était aussi appelé Ethernet épais ou **Thick Ethernet**.

- " **10** " indiquant le **débit** (en Mbit/s).
- " **Base** " précisant que la transmission est effectuée en **bande de base** (c'est-à-dire sans modulation).
- " **5** " rappelant que le câble coaxial épais utilisé permet la transmission sur une distance de **500m**.

— **10BASE2** (aussi appelé **Ethernet Fin** ou **Thin Ethernet**) est un standard Ethernet spécifiant une couche physique du modèle OSI utilisant un **câble coaxial fin** d'une longueur maximale de **200 mètres**. Celui-ci permet le **transfert** de données à des **débits** jusqu'à **10 Mbit/s**. Plus **simple** et plus **économique** que le **10BASE5**, cette solution s'est vite imposée pour un câblage simple.

13) Les différents équipements d'interconnexion réseaux :

- Répéteur
- Concentrateur (Hub)
- Ponts (bridges)
- Commutateur (Switch)
- Passerelle (Gateway)
- Routeur (Router)

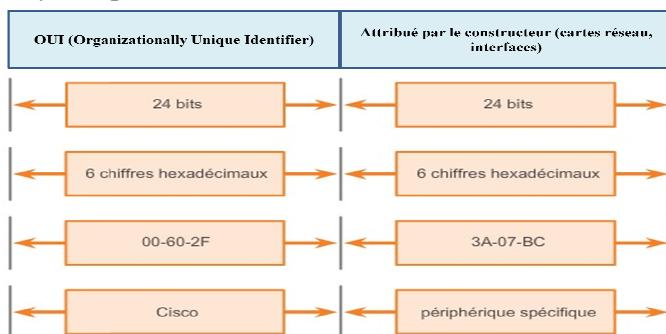
14) Les **caractéristiques principales** des équipements d'interconnexion suivants :

Équipement	Caractéristiques
Répéteur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il permet de régénérer le signal entre deux nœuds du réseau, afin d'étendre la distance et d'augmenter la taille d'un réseau. ▪ Couche OSI : Physique.
Hub (concentrateur)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ C'est le matériel réseau le plus basique. ▪ Il est utilisé pour un réseau local avec un nombre très limité de machines. ▪ Il s'agit d'un répéteur multiport, qui amplifie le signal réseau (base 10/100). ▪ Une requête destinée à un ordinateur X du réseau sera envoyée à la totalité des ordinateurs du réseau. Cela réduit considérablement la bande passante. ▪ Couche OSI : Physique.
Pont (Bridge)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il permet d'interconnecter deux segments de réseaux distincts, soit de technologies différentes, soit de même technologie, mais physiquement séparés à la conception pour diverses raisons (géographique, extension de site etc.). ▪ Il reçoit la trame et analyse l'adresse de l'émetteur et du destinataire et la dirige vers la machine destinataire. ▪ Réduit le taux de collisions en réduisant le trafic inutile, donc améliore l'usage de la bande passante. ▪ Couches OSI : Physique, Liaison de données.
Switch (commutateur)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conçu pour travailler sur des réseaux, avec un nombre de machines légèrement plus élevé que le hub, il élimine les collisions de paquets éventuelles. ▪ Un commutateur est un pont multiport c'est-à-dire qu'il s'agit d'un élément actif. ▪ Sa seule différence avec le Hub, il est capable de connaître l'adresse physique des machines qui lui sont connectés et d'analyser les trames reçues pour les diriger vers la machine de destination. ▪ Couches OSI : Physique, Liaison de données.
Routeur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ C'est un dispositif d'interconnexion de réseaux informatiques permettant d'assurer le routage des paquets entre deux réseaux ou plus afin de déterminer le chemin qu'un paquet de données va emprunter. ▪ C'est aussi la porte d'accès vers l'extérieur (Internet) : Adresse de la Passerelle dans la configuration TCP-IP de l'ordinateur. ▪ Le routeur est plus évolué qu'un pont. Il permet d'interconnecter des réseaux de types différents (par exemple : Ethernet à Token Ring).

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il permet ainsi la création de sous-réseaux. ▪ Il est fréquemment utilisé pour interconnecter un LAN à un WAN. ▪ Couches OSI : Physique, Liaison de données, Réseau.
Passerelle (Gateway)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ C'est un dispositif permettant de relier deux réseaux informatiques de types différents, par exemple un réseau local et le réseau Internet. ▪ Ainsi, un répéteur est une passerelle de niveau 1, un pont une passerelle de niveau 2 et un routeur est une passerelle de niveau 3. ▪ Une passerelle effectue donc le routage des paquets mais peut également effectuer des traitements plus évolués sur ceux-ci. Le plus souvent, elle sert également de pare-feu, de proxy, effectue de la qualité de service, etc. ▪ Coûte plus cher qu'un routeur, plus lente qu'un pont ou un routeur. ▪ Un routeur peut être classé comme un type très particulier de la passerelle, toutes les passerelles sont des routeurs. ▪ Les passerelles recouvrent les 7 couches du modèle OSI.

15) Décrire la composition d'une **adresse MAC** et son utilité.

- Une **adresse MAC** est une **valeur binaire de 48 bits** constituée de **12 chiffres hexadécimaux** (**4 bits** par chiffre hexadécimal). Elle est stockée dans la **mémoire morte** (puce de la ROM) de la carte réseau.
- Les **adresses MAC** doivent être **uniques** au monde. Cette valeur est un résultat direct des règles mises par l'**IEEE** auprès des revendeurs pour garantir l'attribution d'adresses uniques à chaque périphérique Ethernet, et ce, à l'échelle mondiale.
- Les règles établies par l'**IEEE** exigent de chaque revendeur de **périphérique Ethernet** qu'il s'enregistre auprès de l'IEEE. L'IEEE attribue au constructeur un code de **3 octets** (24 bits) appelé **OUI** (Organizationally Unique Identifier).



16) Faites correspondre chacune des PDU suivantes à une couche OSI.

PDU	Couche de l'OSI
Trame	Liaison de données
Segment	Transport
Bits	Physique
Données	Application

17) Que veulent dire les sigles suivants :

<ul style="list-style-type: none"> ▪ HTTP (Hypertext Transfer Protocol) ▪ URL (Uniform Resource Locator) ▪ DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) ▪ DNS (Domain Name System) ▪ MIME (Multipurpose Internet Mail Extension) ▪ SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) ▪ IMAP (Internet Message Access Protocol) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TCP(Transmission Control Protocol) ▪ UDP (User Datagram Protocol) ▪ FTP (File Transfer Protocol) ▪ TFTP (Trivial File Transfer Protocol) ▪ POP (Post Office Protocol) ▪ HTML (HyperText Markup Language) ▪ SNMP (Simple Network Management Protocol)
---	---

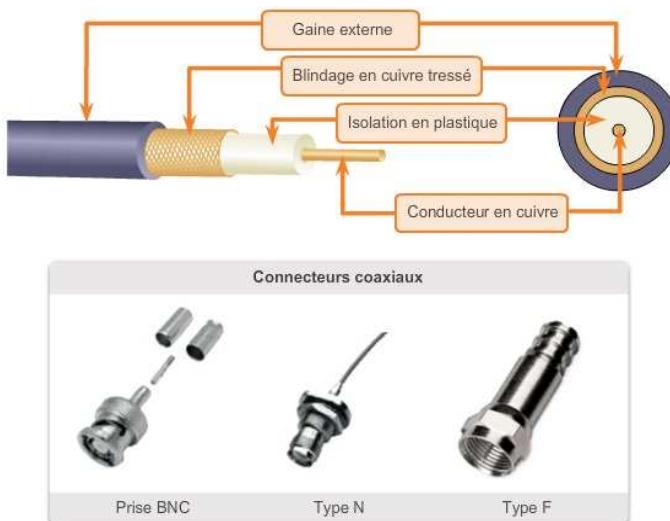
Exercice 3 :

- 1) Il existe trois principaux types de supports en cuivre utilisés dans les réseaux informatiques :
- Les câbles coaxiaux.
 - Les câbles à paires torsadées non blindées (UTP).
 - Les câbles à paires torsadées blindées (STP).

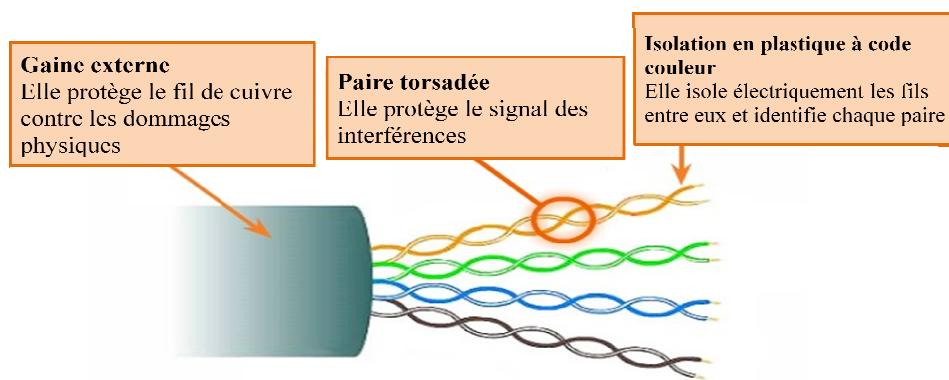
2) Quelle est la structure des câbles suivants : coaxial, paires torsadées et fibre optique.

❖ **Câble coaxial:**

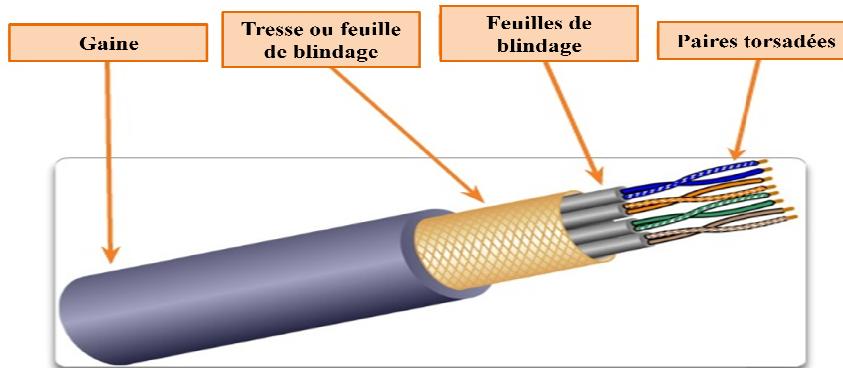
- Le **câble coaxial** est composé d'un **fil de cuivre (âme ou fil conducteur)** entouré successivement d'une **gaine d'isolation**, d'un **blindage métallique** et d'une **gaine extérieure**:
- **Le conducteur en cuivre** utilisé pour transmettre les **signaux électroniques**.
- **L'isolation plastique** : Le conducteur en cuivre est entouré d'une couche de matériau isolant souple en **plastique**. Elle est constitué d'un matériau **diélectrique** (un milieu diélectrique s'il ne contient pas de **charges électriques** susceptibles de se déplacer comme le vide, le verre, le bois sec, l'eau et le plastique) permettant **d'éviter** tout contact avec le blindage, provoquant des **interactions électriques** (court-circuit).
- **Le blindage en cuivre tressé**: Sur ce matériau isolant, une torsade de cuivre ou une **feuille métallique** constitue le second fil du circuit et fait office de protection pour le conducteur intérieur. Cette seconde couche, ou **blindage**, réduit également les **interférences électromagnétiques** externes.
- **La gaine externe** permet de **protéger** le câble de **l'environnement extérieur**. Elle est habituellement en **caoutchouc**.



❖ **Câble à paires torsadées non blindées (UTP):**



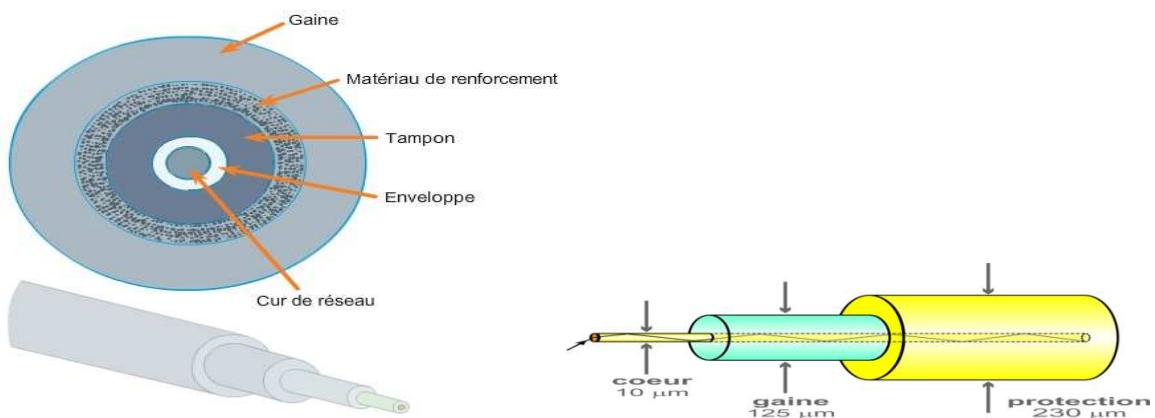
❖ Câble à paires torsadées blindées (STP):



❖ Câble en fibre optique:

Les différentes couches d'un câble à fibre optique sont les suivantes :

- **Le cœur** : il se compose de verre pur et est en contact direct avec la lumière. Les impulsions lumineuses circulent dans le cœur de la fibre.
- **La gaine optique** : il s'agit d'une couche de verre qui entoure le cœur et fonctionne comme un miroir. Les impulsions lumineuses se propagent dans le cœur tandis que la gaine les reflète. Ainsi, les impulsions lumineuses sont contenues dans le cœur de la fibre selon un phénomène appelé **réflexion totale interne**.
- **La protection** : il s'agit généralement d'une gaine qui protège le cœur et la gaine optique. Elle peut également contenir des matériaux de renforcement et un revêtement destinés à protéger le verre des rayures et de l'humidité.



3) Les caractéristiques principales des supports de transmission suivants :

Câble	Caractéristiques
Câble coaxial	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisé pour la télévision entre une antenne TV et un récepteur. Dans les réseaux Ethernet dans ses anciennes versions : 10BASE2 et 10BASE5. Il est utilisé pour les liaisons téléphoniques. ▪ Son coût est relativement faible. Il est moins sensible aux bruits. ▪ Les câbles UTP ont pratiquement remplacé les câbles coaxiaux dans les installations Ethernet modernes.
Câble à paires torsadées non blindées UTP (Unshielded Twisted Pair)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ C'est le support réseau le plus répandu de connexion facile et d'un faible coût, mais il possède une faible immunité aux bruits car il n'est entouré d'aucun blindage protecteur. ▪ Il est terminé par des connecteurs RJ-45 et il est utilisé pour relier des hôtes réseaux à des périphériques intermédiaires. ▪ Les principaux types : Câble droit et câble croisé.

Câble à paires torsadées blindées STP (Shielded Twisted Pair)	<ul style="list-style-type: none"> Il offre une meilleure capacité de résistance aux bruits que le câble UTP. Il est bien plus cher et plus difficile à installer. Il utilise aussi un connecteur RJ-45. Il adopte la technique de blindage pour contrer les interférences et les torsades pour éviter la diaphonie. Le blindage peut être appliqué individuellement aux paires, ou à l'ensemble formé par celles-ci. Les principaux types : FTP, STP, SSTP.
Câble en fibre optique	<ul style="list-style-type: none"> Elle permet la transmission de données sur de longues distances et à des débits plus élevés qu'avec les autres supports réseau. Elle sert de guide d'ondes ou « tuyau lumineux » qui transmet la lumière entre les deux extrémités avec un minimum de perte de signal. Contrairement aux fils de cuivre, la fibre optique peut transmettre des signaux qui subissent moins d'atténuation et elle est entièrement insensible aux perturbations. Elle permet de très grandes vitesses sur de grandes distances (1000 Mbits/s ou plus sur plusieurs kilomètres). Les principaux types : Monomode et Multimode.

4) Les différents types d'un câble coaxial.

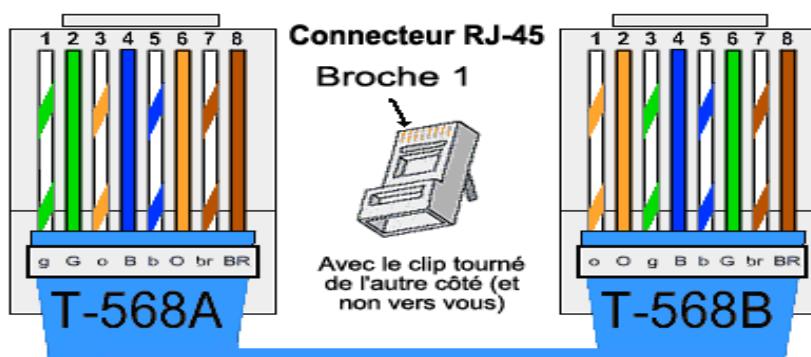
- Câble coaxial épais: 10BASE5, THICKNET (Thick Ethernet).**
- Câble coaxial fin : 10BASE2, THINNET (Thin Ethernet).**

5) Donner le brochage pour former un câble droit à paires torsadées non blindées pour les normes **T568B** et **T568A**.

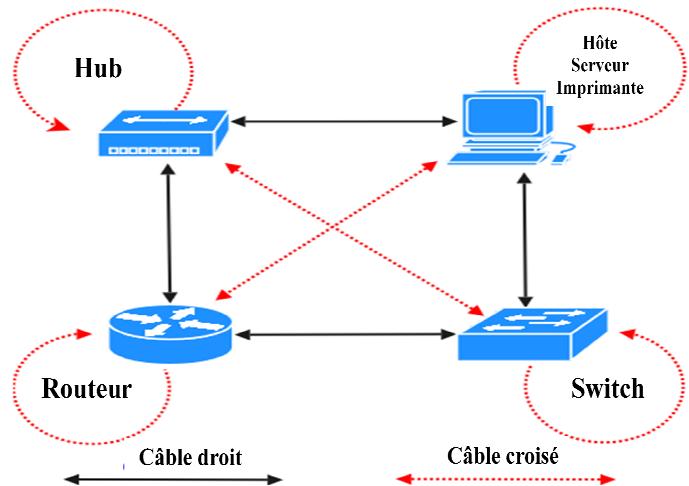
Norme T568A			Norme T568B		
pin	couleur	paire	paire	couleur	pin
8	marron		4	marron	8
7	marron-blanc			marron-blanc	7
6	orange	2	3	vert	6
5	bleu-blanc		1	bleu-blanc	5
4	bleu			bleu	4
3	orange-blanc	2	3	vert-blanc	3
2	vert			orange	2
1	vert-blanc	3	2	orange-blanc	1

6) Donner le brochage pour former un câble croisé à paires torsadées non blindées.

Câble croisé Ethernet RJ-45



7) Citer les différents cas d'utilisation d'un câble droit et d'un câble croisé.



8) Les différents types des câbles à paires torsadées blindées

- **Paire torsadée écrantée FTP (Foiled Twisted Pair).** L'ensemble des paires torsadées a un blindage global assuré par une feuille d'aluminium. L'écran est disposé entre la gaine extérieure et les 4 paires torsadées. Elle élimine ainsi presque toutes les interférences (version la plus répandue).
 - **Paire torsadée blindée STP (Shielded Twisted Pair):** entoure de feuilles de blindage l'ensemble du faisceau de fils ainsi que chaque paire torsadée est entourée d'un feuillard en aluminium. Elle élimine ainsi toute interférence.
 - **Paire torsadée super blindée (Super Shielded Twisted Pair SSTP):** Chacune des paires est blindée par un écran en aluminium, et en plus la gaine extérieure est blindée par une tresse en cuivre.

9) Support de transmission utilisé pour connecter des réseaux longue distance et haut débit :

La fibre optique

10) Les caractéristiques principales des fibres **monomodes** et **multimodes**

Fibres Monomodes :

- Cœur de petit diamètre.
 - Moins de dispersion.
 - Adapté aux applications longue distance.
 - Utilise le laser comme source du signal lumineux.
 - Couramment utilisé dans des réseaux fédérateurs sur campus pour des distances de plusieurs milliers de mètres.

Fibres Multimodes :

- Cœur de diamètre plus grand que celui des câbles monomodes.
 - Permet une plus grande dispersion et donc une perte de signal.
 - Adapté aux applications longue distance, mais plus courtes que pour les câbles monomodes.
 - Utilise habituellement des LED comme source du signal lumineux.
 - Couramment utilisé sur des réseaux locaux ou des distances de quelques centaines de mètres au sein d'un réseau de campus.

11) Comparaison entre un câble en fibre optique et un câble en cuivre.

Problème de mise en œuvre	Câble à paires torsadées non blindées	Fibre optique
Bande passante	10 Mbit/s – 10 Gbit/s	10 Mbit/s – 100 Gbit/s
Distance	Relativement courte (1 à 100 mètres)	Relativement longue (1 à 100 000 mètres)
Résistance aux perturbations	Faible	Faible (totalement insensible)
Résistance aux risques électriques	Faible	Faible (totalement insensible)
Coûts des supports et des connecteurs	Moindres	Élevés
Compétences requises pour l'installation	Moindres	Elevées
Précautions à prendre pour la sécurité	Moindres	Elevées

Les problèmes de mise en œuvre de support en fibre optique comprennent :

- Un **coût plus élevé** (généralement) que les supports en cuivre pour la même distance (mais pour une capacité supérieure)
- Des compétences et matériel différents pour raccorder et épisser l'infrastructure de câblage
- Une manipulation plus délicate que les supports en cuivre

12) Exemples de supports sans fil.

▪ **Wi-Fi :** Norme IEEE 802.11

▪ **Bluetooth:**

- Norme **IEEE 802.15, réseau personnel sans fil (WPAN).**
- Prise en charge de **débits** jusqu'à **3 Mbit/s.**
- **Fréquence: 2,4-2,5 GHz.**
- Propose le jumelage de périphériques sur des distances de 1 à 100 mètres.

▪ **Wimax:**

- Normes **IEEE 802.16**
- Propose des **débits** jusqu'à **1 Gbit/s.**
- **Fréquence : 2 à 11 GHz.**
- Utilise une topologie **point-à-Multipoint** pour fournir un accès à large bande sans fil.

13) Les différentes normes de Wi-Fi.

Norme	Débit maximal	Bandes de fréquences	Rétrocompatibilité
802.11a	54 Mbit/s	5 GHz	Non
802.11b	11 Mbit/s	2,4 GHz	Non
802.11g	54 Mbit/s	2,4 GHz	802.11b
802.11n	600 Mbit/s	2,4 GHz ou 5 GHz	802.11a/b/g
802.11ac	1,3 Gbit/s	5 GHz	802.11a/n
802.11ad	7 Gbit/s	2,4 GHz, 5 GHz et 60 GHz	802.11a/b/g/n/ac

14) Relier chaque description au type de câble à fibre optique correspondant :

Description	Multimode	Monomode
Il permet de faire voyager les données sur environ 2 Km (2000 m).	×	
Il utilise des LED comme émetteur source de données lumineuses.	×	
Il utilise des lasers dans un seul flux comme émetteur source des données lumineuses.		×
Il est utilisé pour connecter des applications de téléphonie et de télévision par câble longue distance.		×
Il peut parcourir environ 100 km (100 000 m).		×
Il est utilisé dans les réseaux de campus.	×	

Exercice 4 :

- 1) Trouvez pour chaque description fonctionnelle la couche OSI correspondante :

Couche	Description fonctionnelle de la couche OSI
Session	Gestion de l'échange de données pour commencer et maintenir un dialogue.
Liaison de données	Échange de trames entre les périphériques
Transport	Segmentation des données et elle se charge des contrôles nécessaires à la réorganisation de ces segments de données en différents flux de communication.
Présentation	Représentation des données
Réseau	Fourniture d'un chemin de données ou d'une route
Physique	Transmission de bits
Transport	Gestion du transport des données
Application	L'interface entre les applications et l'utilisateur.

- 2) Trouvez pour chaque description fonctionnelle la couche TCP/IP correspondante :

Couche	Description fonctionnelle de la couche TCP/IP
Application	Organisation du dialogue : Gestion de l'échange de données
Accès réseau	Échange de trames entre les périphériques
Transport	Segmentations, transferts et réassemblages des données.
Internet	Détection du meilleur chemin à travers un réseau
Application	Représentation des données pour l'utilisateur et contrôle des dialogues

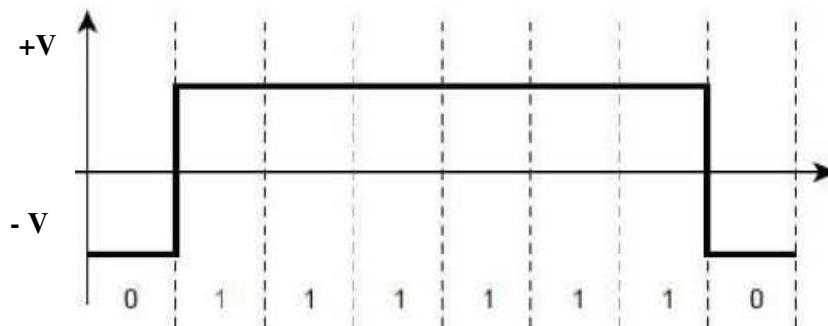
Exercice 5 :

Terme	Description de couche physique
Composants physiques	Périphériques matériels, support et connecteur de transmission et de transport des signaux binaires.
Méthode de signalisation	La représentation des 1 et des 0 sur les supports dépend du modèle de codage.
Codage de trame	Méthode de conversion des flux de bits de données en groupements de bits (prédéfinie).
Débit applicatif	Quantité de données utilisables transférée sur une période donnée.
Bande passante	Quantité de données autorisées par le support à circuler pendant une période donnée.
Débit	Mesure réelle de bits de données sur une période donnée.
Modulation par impulsions et codage	Technique de conversion de signaux analogiques vocaux en signaux numériques.
Modulation de fréquence	Méthode de transmission où la fréquence porteuse varie selon les signaux envoyés.

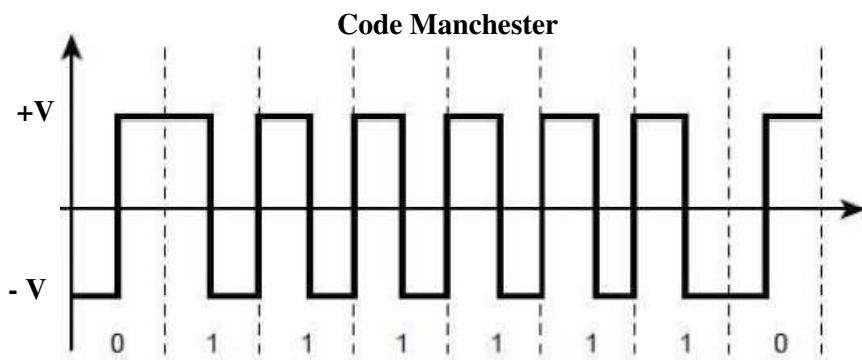
Exercice 6 :

Soit la suite d'éléments binaires **01111110**.

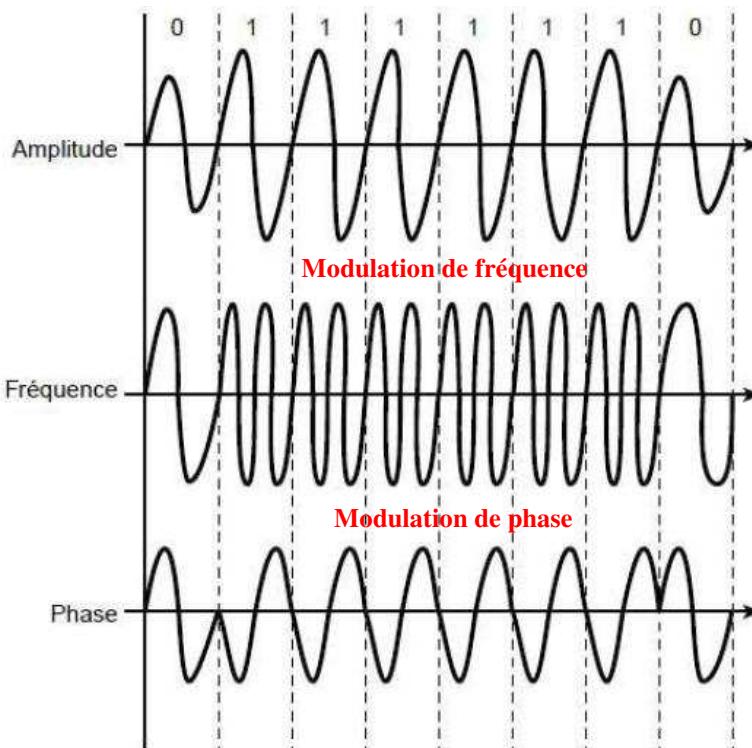
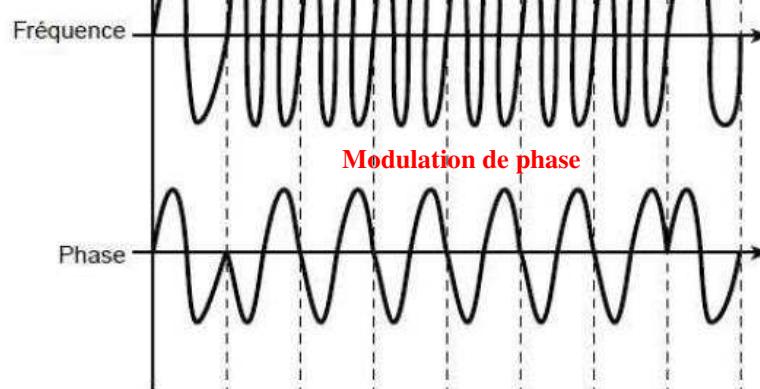
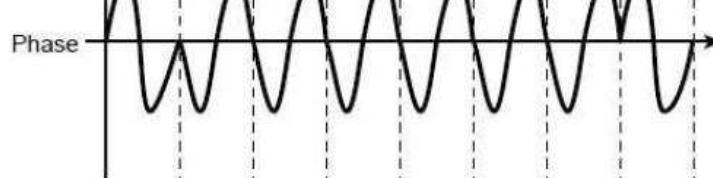
- 1) Représentation du signal **01111110** transmis en bande de base avec le code NRZ :

Code NRZ

- 2) Représentation du signal **01111110** transmis en bande de base avec le code Manchester :



- 3) Représentation du signal **01111110** transmis en large bande par différentes modulations :

Modulation d'amplitude**Modulation de fréquence****Modulation de phase**

Exercice 7 :

Méthode d'acheminement de couche transport		
TCP	UDP	Les deux
http, FTP, SMTP, Telnet	VoIP, Télévision sur IP, TFTP, DHCP	DNS, SNMP

Exercice 8 :

Associer les normes et les protocoles d'application suivants avec le modèle convenable :

DHCP, POP, TFTP, DNS, IMAP, HTTP, JPEG, MPEG, HTML

Modèle OSI	Modèle TCP/IP
<u>Application</u> DHCP, POP, TFTP DNS, IMAP	DHCP, POP, TFTP, MPEG, DNS, IMAP, HTTP, JPEG, HTML
<u>Présentation</u> JPEG, MPEG, HTML	

Exercice 9 :

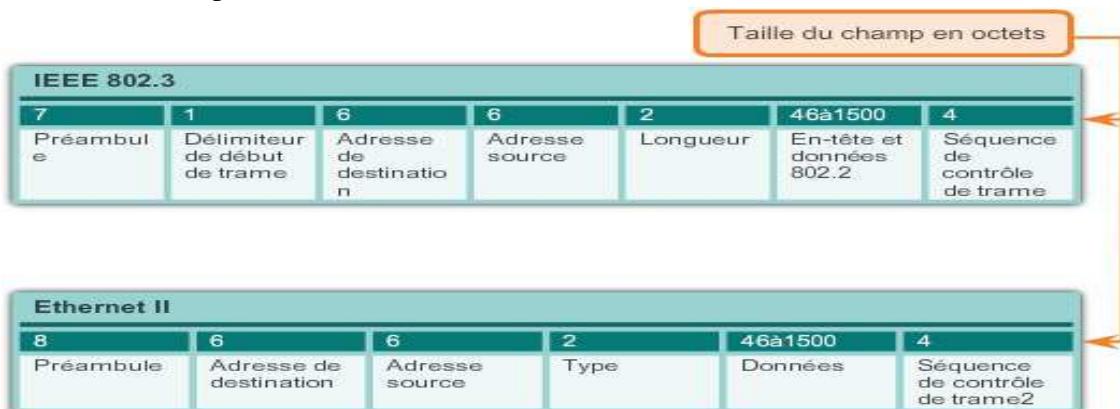
Application	Transport	Internet	Accès réseau
POP, SMTP, DNS, http, FTP, BOOTP, IMAP, DHCP,	TCP, UDP	IP, OSPF, RIP, ICMP, EIGRP	Ethernet Pilotes d'interface

Exercice 10:

Fonctions	MAC	LCC
1. Elle contrôle la carte réseau par l'intermédiaire des pilotes logiciels.		×
2. Elle agit avec les couches supérieures pour ajouter des informations d'application liées à la transmission des données vers les protocoles de niveau supérieur.		×
3. Elle agit avec le matériel pour répondre aux besoins en bande passante, elle recherche les erreurs dans les bits envoyés et reçus.	×	
4. Elle contrôle l'accès aux supports en appliquant les exigences des normes relatives aux supports physiques et de signalisation.	×	
5. Elle prend en charge la technologie Ethernet à l'aide de la méthode CSMA/CD ou CSMA/CA/.	×	
6. Elle reste relativement indépendante du matériel physique.		×

Exercice 11:

- 1) Les différents champs d'une trame Ethernet IEEE 802.3 avec leurs tailles.



2) Trouvez les noms des champs de trame Ethernet qui correspondent à leurs descriptions.

Nom du champ	Description des champs de trame Ethernet 802.3
Entête et données 802.2	Il utilise le remplissage pour agrandir ce champ de trame pour atteindre au moins 64 octets.
Type	Il indique le protocole de niveau supérieur utilisé
Adresse source	L'adresse MAC d'interface ou de carte réseau d'origine de la trame
Adresse de destination	Il aide l'hôte à déterminer si la trame reçue lui est adressée.
Préambule	Il indique aux destinations de se préparer à recevoir une nouvelle trame.
Délimiteur de début de trame	Il synchronise les périphériques d'émission et de réception en vue de l'acheminement des trames.
Séquence de contrôle de trame	Il détecte les erreurs d'une trame Ethernet.

Exercice 12 :

1)

Sans connexion	Acheminement au mieux	Indépendant du support
<ul style="list-style-type: none"> - Aucun contact n'est établi avec l'hôte de destination avant d'envoyer un paquet. - Envoie un paquet même si l'hôte de destination ne peut pas le recevoir. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne garantit pas que le paquet est acheminé sans aucune erreur. - La livraison des paquets n'est pas garantie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adapte la taille du paquet envoyé selon le type d'accès au réseau utilisé. - La fibre optique, les satellites et le sans fil peuvent être utilisés pour acheminer le même paquet.

2)

<u>Version</u>	<u>Services différenciés</u>	<u>Time to Live (Durée de vie)</u>
Toujours défini sur 0100 pour l'IPv4	Définit la priorité de chaque paquet	Généralement appelé « nombre de sauts »
<u>Protocole</u>	<u>Adresse IP source</u>	<u>Adresse IP de destination</u>
Indique le prochain protocole de couche supérieure à utiliser	Identifie l'adresse IP de l'hôte de l'expédition	Identifie l'adresse IP de l'hôte de destinataire
<u>Longueur d'en-tête Internet</u>	<u>Longueur totale</u>	<u>Somme de contrôle d'en-tête</u>
Identifie le nombre de mots de 32 bits contenus dans l'en-tête	Sa valeur maximale de 65 535 octets	Vérifie si l'en-tête IP est correct et en cas d'erreur, le paquet est rejeté.

Exercice 13 :

- Comparaison entre un **concentrateur** et un **commutateur** :

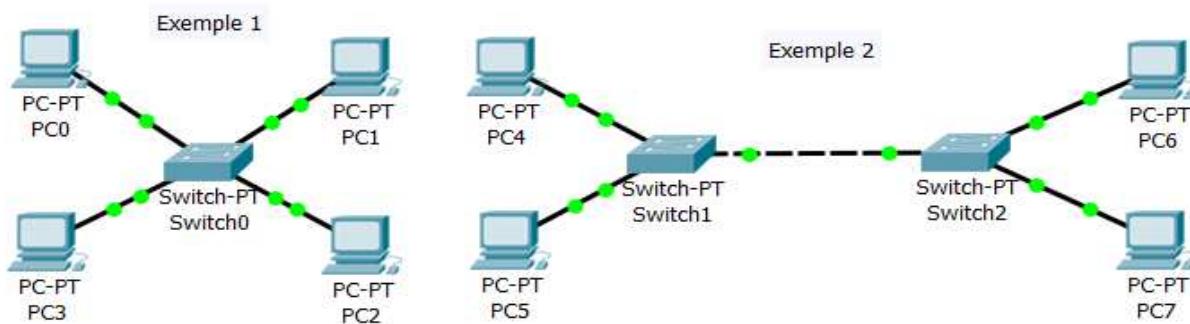
Concentrateur (hub)	Commutateur (switch)
<p>➤ Définitions</p> <ul style="list-style-type: none"> — C'est le matériel réseau le plus basique, il est utilisé pour un réseau local avec un nombre très limité de machines. Il possède généralement 4, 8, 16 ou 32 ports. — Il constitue un « répéteur multi-port » — Il est utilisé pour échanger (recevoir et répartir) des données au sein d'un réseau local. <p>➤ Fonctionnement</p> <ul style="list-style-type: none"> — Pour un concentrateur, tout signal reçu sur un port sera répété (diffusé) sur tous les autres ports. Un message émis par un ordinateur est reçu par tous les autres ordinateurs, mais seul la destination tient compte du message en faisant une copie. Les autres ordinateurs ignorent le message. 	<p>➤ Définitions</p> <ul style="list-style-type: none"> — C'est un équipement qui relie plusieurs segments (câbles ou fibres) dans un réseau informatique. Il s'agit le plus souvent d'un boîtier disposant de plusieurs (entre 4 et 100) ports Ethernet. — C'est un équipement capable de connaître l'adresse physique (adresse MAC) des machines qui lui sont connectés et d'analyser les trames reçues pour les diriger vers la machine de destination. — Il constitue un « pont multi-port » car il filtre le trafic pour l'acheminer uniquement vers son destinataire. — Il permet notamment de créer différents circuits au sein d'un même réseau, de recevoir des informations et d'envoyer des données vers un destinataire précis en les transportant via le port adéquat. <p>➤ Fonctionnement</p> <ul style="list-style-type: none"> — Le commutateur établit et met à jour une table d'adresses MAC, qui lui indique sur quel port diriger les trames destinées à une adresse MAC donnée, en fonction des adresses MAC source des trames reçues sur chaque port. Le commutateur construit donc dynamiquement une table qui associe des adresses MAC avec des ports correspondants. — Lorsque le commutateur reçoit une trame destinée à une adresse présente dans cette table, il renvoie la trame sur le port correspondant. — Si le port de destination est le même que celui de l'émetteur, la trame n'est pas transmise. — Si l'adresse du destinataire est inconnue dans la table, alors la trame est traitée comme un broadcast, c'est-à-dire qu'elle est transmise à tous les ports du commutateur à l'exception du port d'émission. <p>➤ Comparaison</p> <ul style="list-style-type: none"> — Les commutateurs sont conçus pour travailler sur des réseaux, avec un nombre de machines légèrement plus élevé que les concentrateurs. — Les commutateurs contribuent à la sécurité du réseau et à la protection des données échangées via le réseau par rapport aux concentrateurs qui envoient les données à tous les équipements connectés au réseau.
<ul style="list-style-type: none"> — Il travaille au niveau de la couche physique du modèle OSI. 	<ul style="list-style-type: none"> — Il travaille au niveau de la couche physique et de la couche liaison de données du modèle OSI.

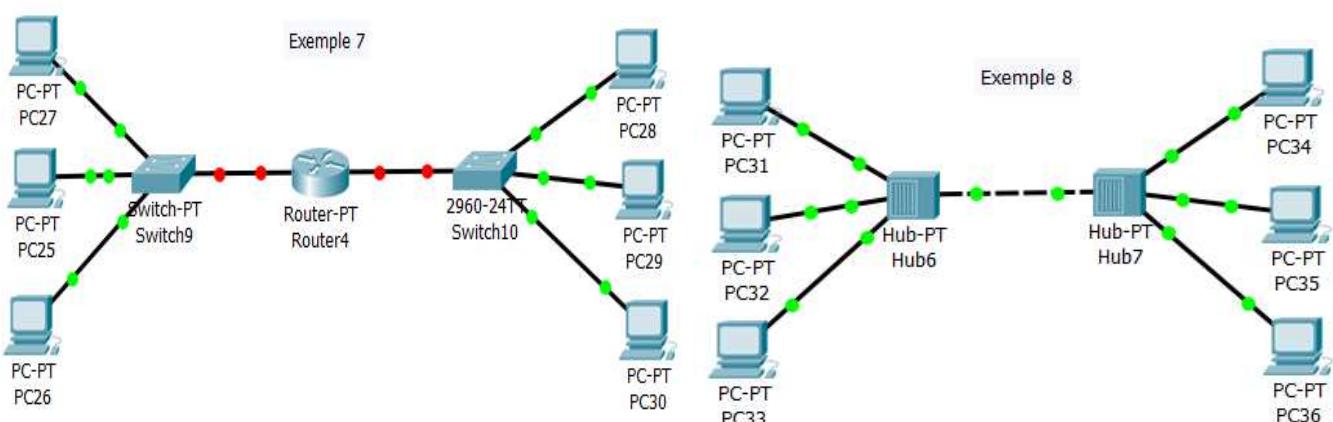
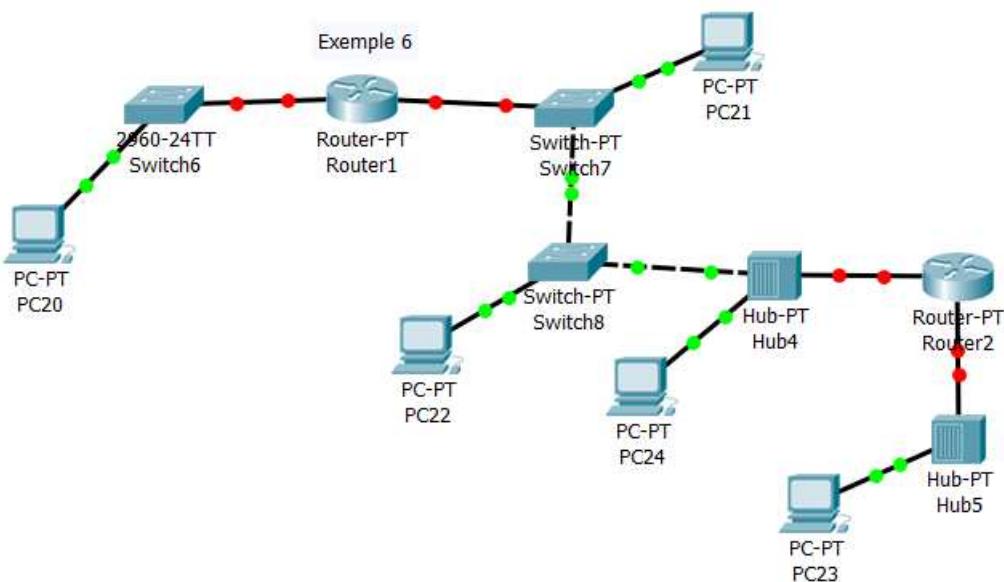
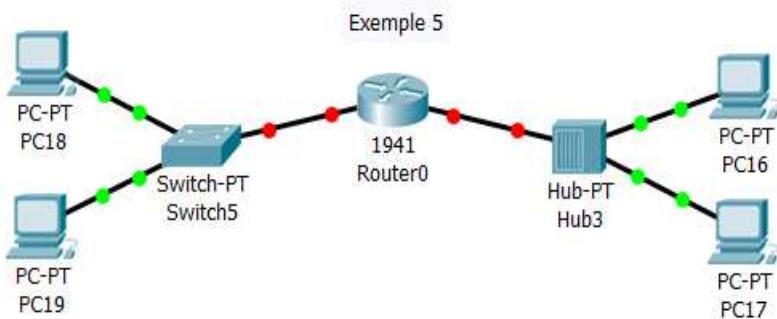
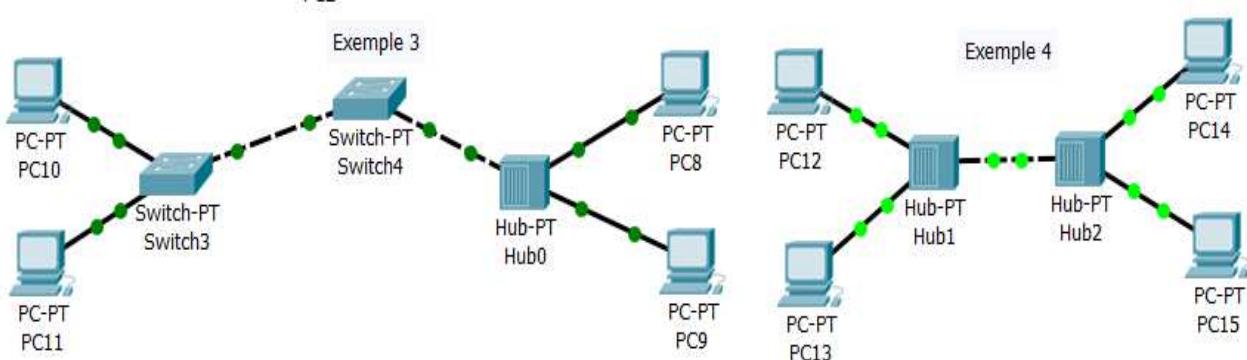
— Comparaison entre **Hub**, **Switch** et **routeur** :

Hub	Switch	Router
Le Hub fonctionne sur la couche physique du modèle OSI.	Le Switch fonctionne sur la couche physique et la couche liaison de données du modèle OSI.	Le routeur fonctionne sur la couche physique, la couche de liaison de données et la couche réseau du modèle OSI.
C'est un équipement de diffusion (broadcast) .	C'est un équipement de Monodiffusion (Unicast), Multidiffusion (Multicast) ou de diffusion (broadcast)	Le routeur est un équipement de routage des paquets entre les différents réseaux.
Utilisé pour connecter des équipements dans le même réseau.	Utilisé pour connecter des équipements dans le même réseau.	Utilisé pour connecter des réseaux différents.
Envoie les données sous forme des paquets.	Envoie les données sous forme des trames.	Envoie les données sous forme des paquets.
Il fonctionne seulement en mode half duplex .	Il fonctionne seulement en mode full duplex .	Il fonctionne seulement en mode full duplex .
Seulement un seul équipement peut envoyer les données dans un instant donné.	Plusieurs équipements peuvent envoyer les données en même temps.	Plusieurs équipements peuvent envoyer les données en même temps.
Il ne traite aucune adresse MAC ou adresse IP pour transférer les données.	Il examine et il utilise l'adresse MAC du destinataire pour transférer les données.	Il utilise l'adresse IP pour transférer les données.
Il ne permet pas de diviser un domaine de collision.	Il permet de diviser un domaine de collision en plusieurs domaines de collision.	Il permet de diviser un domaine de collision en plusieurs domaines de collision.
Il ne permet pas de diviser un domaine de diffusion.	Il ne permet pas de diviser un domaine de diffusion.	Il permet de diviser un domaine de diffusion en plusieurs domaines de diffusion.

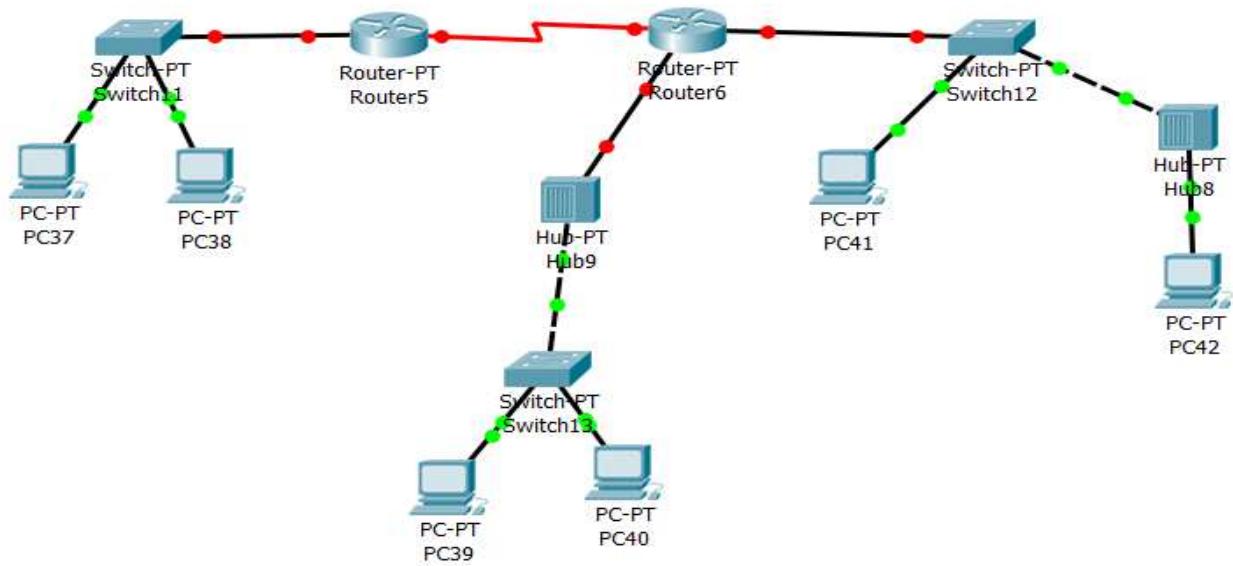
Remarque :

- **Mode half duplex** : émettre ou recevoir des informations à un instant donné.
- **Mode full duplex**: émettre et recevoir simultanément.
- Pour chaque exemple ci-dessous déterminer le nombre de **domaines de collision** et le nombre de domaines de **diffusion**.





Exemple 9



Exemple 10

