

3^e partie : Concepts d'Ethernet

Modules 4 - 7

Module 4 : Couche physique



Initiation aux réseaux



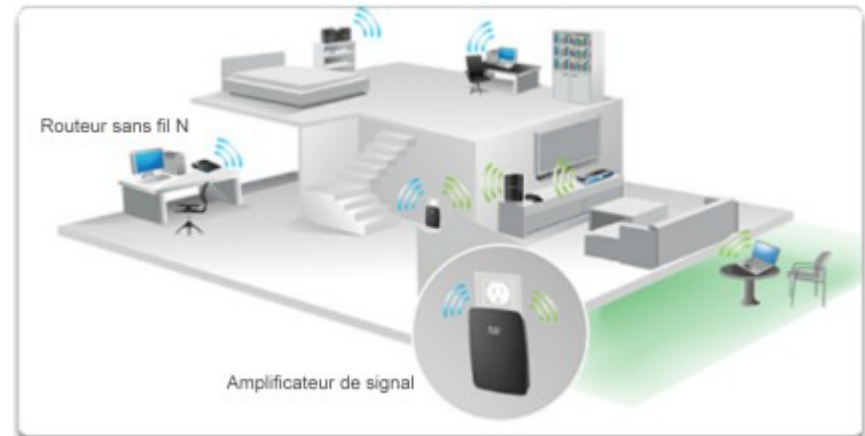
Rôle de la couche physique

Connexion à la couche physique

■ Types de connexion



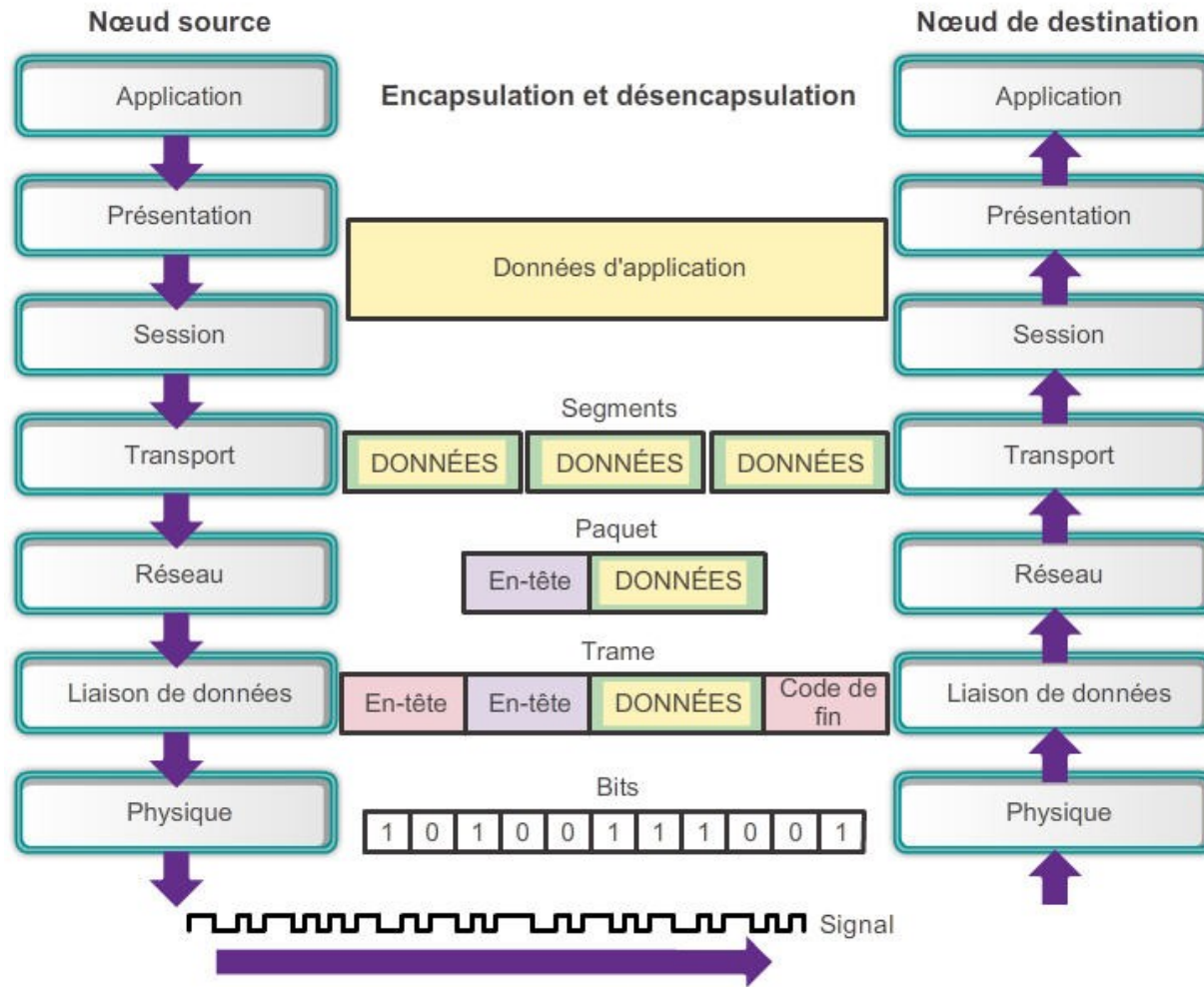
■ Cartes réseau





Rôle de la couche physique

La couche physique





Principes fondamentaux de la couche 1

Fonctions

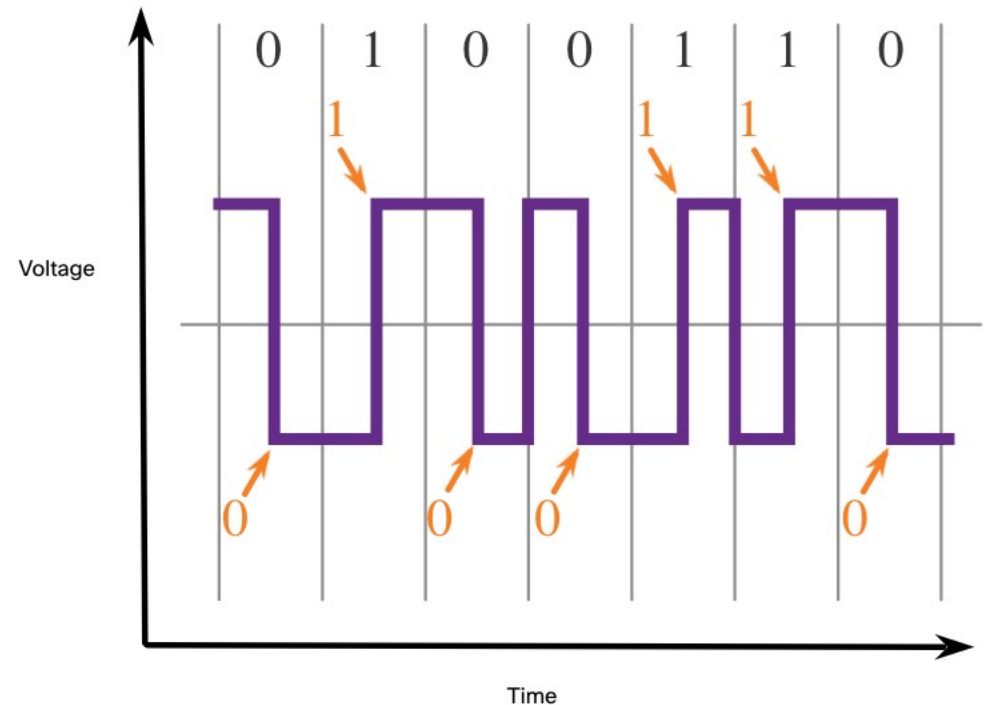
- Les normes de couche physique couvrent trois domaines fonctionnels
 - Composants physiques
 - Codage
 - Signalisation
- Les composants physiques sont les dispositifs matériels, les supports et autres connecteurs qui transmettent les signaux qui représentent les bits.
 - Les composants matériels, tels que les cartes réseau, les interfaces et les connecteurs, les matériaux et les conceptions de câble, sont tous spécifiés dans des normes associées à la couche physique.



Principes fondamentaux de la couche 1

Codage

- Le codage convertit le flux de bits en un format reconnaissable par l'appareil suivant dans le chemin du réseau.
- Des exemples de méthodes d'encodage incluent Manchester, 4B/5B et 8B/10B.



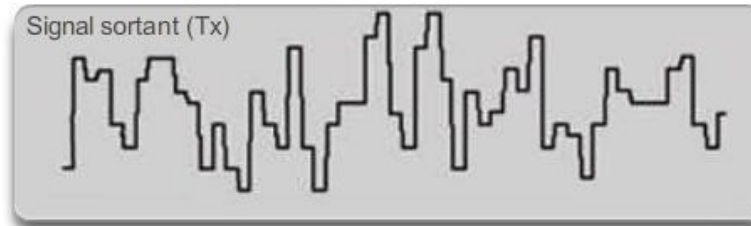
Codage de Manchester



Principes fondamentaux de la couche 1

Signalisation

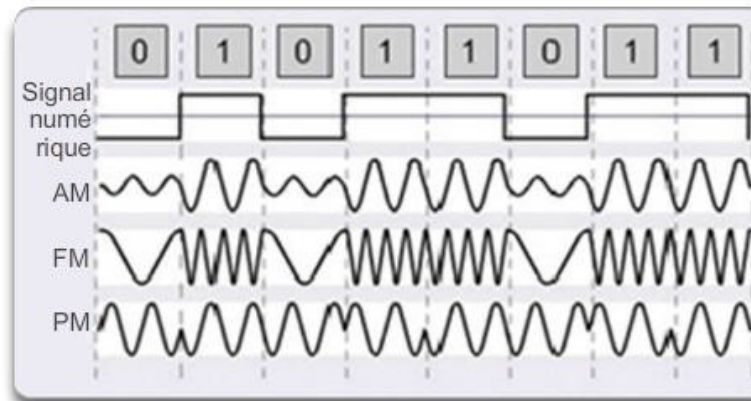
- La méthode de signalisation est la façon dont les valeurs de bits, « 1 » et « 0 » sont représentées sur le support physique.
- La méthode de signalisation varie selon le type de support utilisé.



Signaux électriques -
câble en cuivre



Impulsion lumineuse -
câble à fibre optique



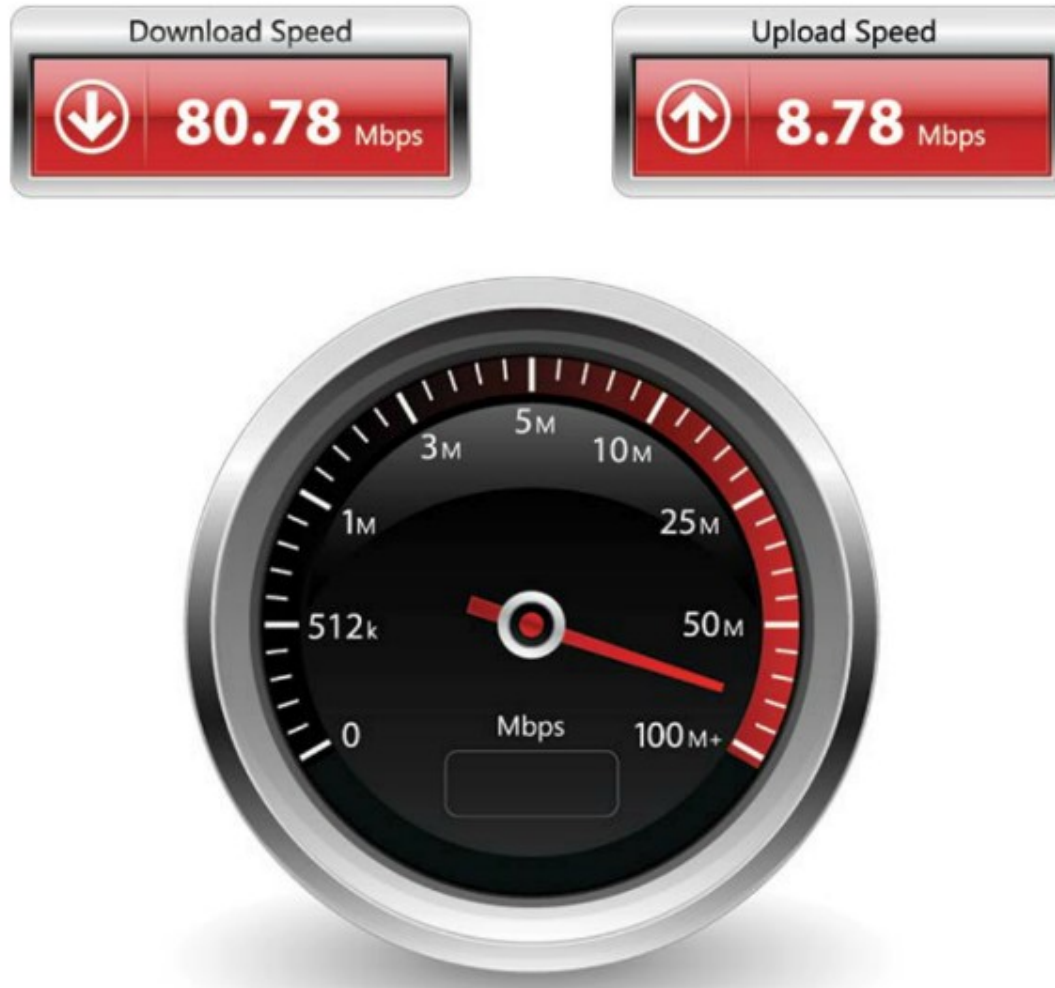
Signaux hyperfréquence -
sans fil

$$s(t) = A \sin(2\pi f(t) + \varphi)$$



Principes fondamentaux de la couche 1

Débit

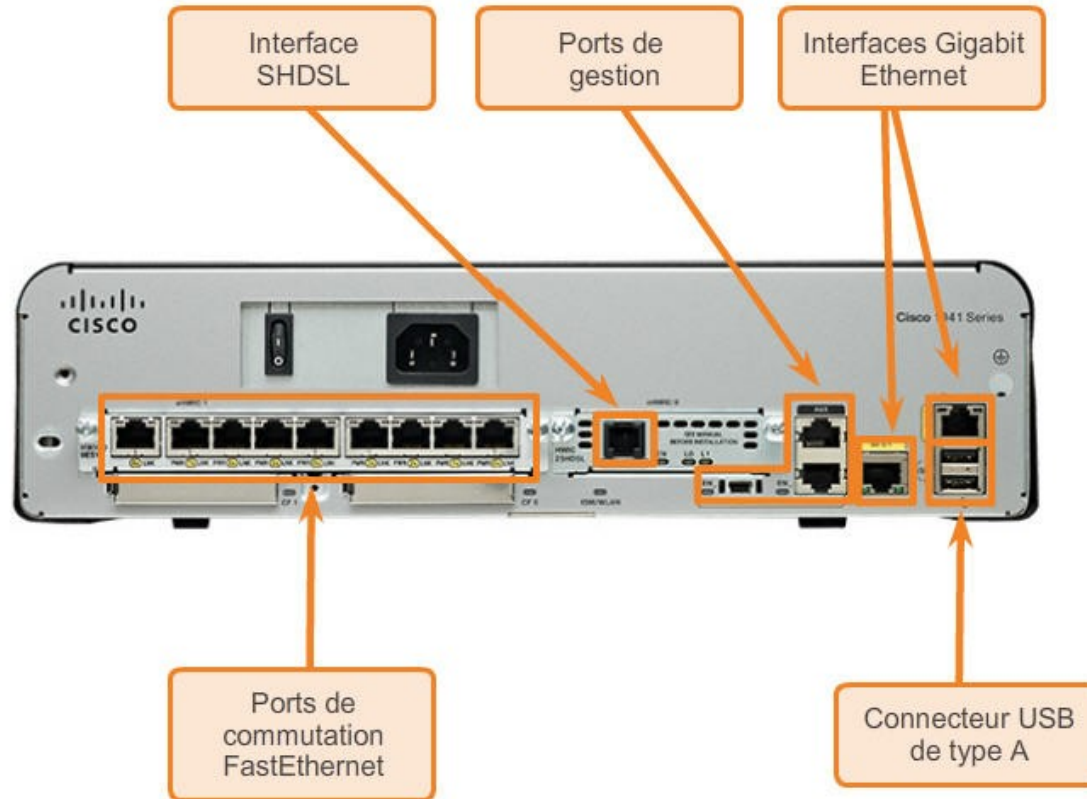


≠ Bande passante : capacité maximale de la ligne de transmission



Principes fondamentaux de la couche 1

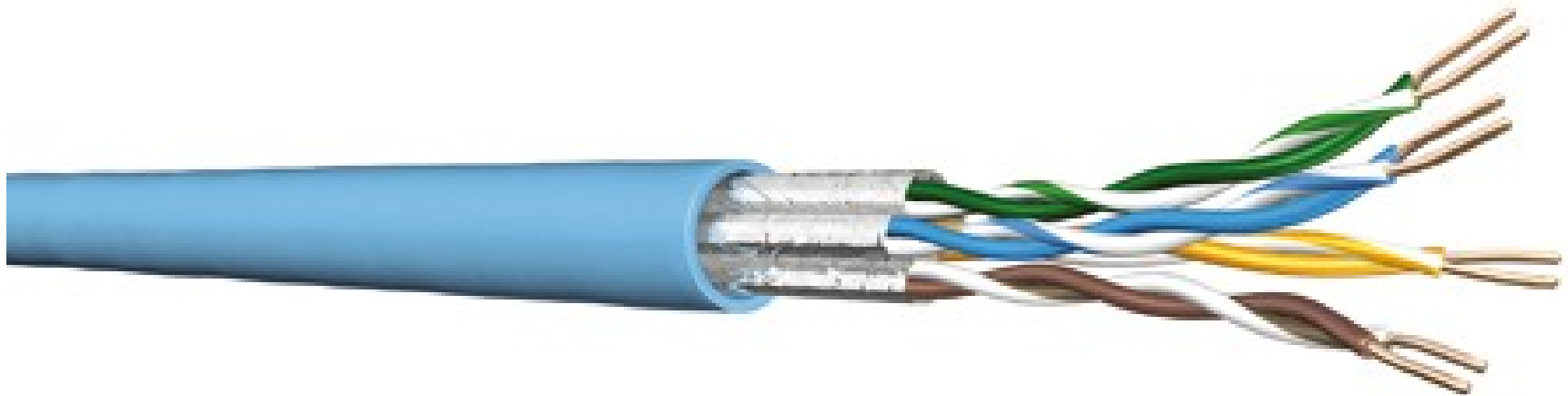
Types de supports physiques





Supports de transmission

Câblage en cuivre





Câblage en cuivre

Interférences externes



Sources d'interférences pour les
signaux de données sur les supports
en cuivre



Éclairage fluorescent



Ondes radio

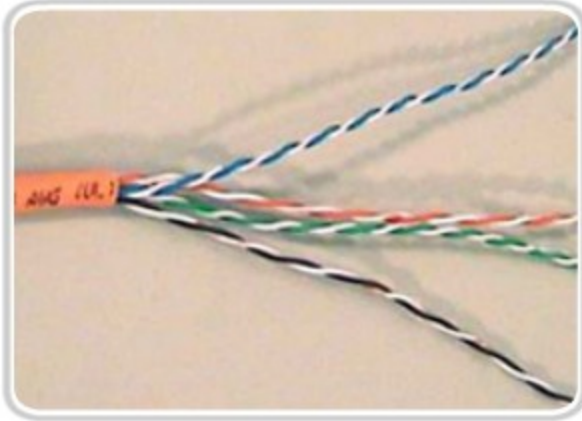


Moteurs électriques

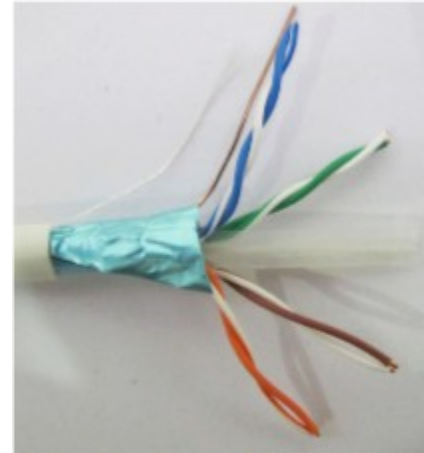


Câblage en cuivre

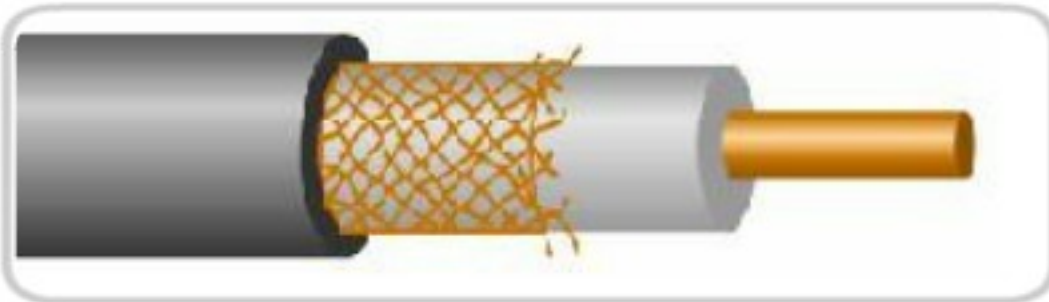
Supports de transmission en cuivre



Câble à paires torsadées
non blindées (UTP)



Câble à paires torsadées
blindées (STP)

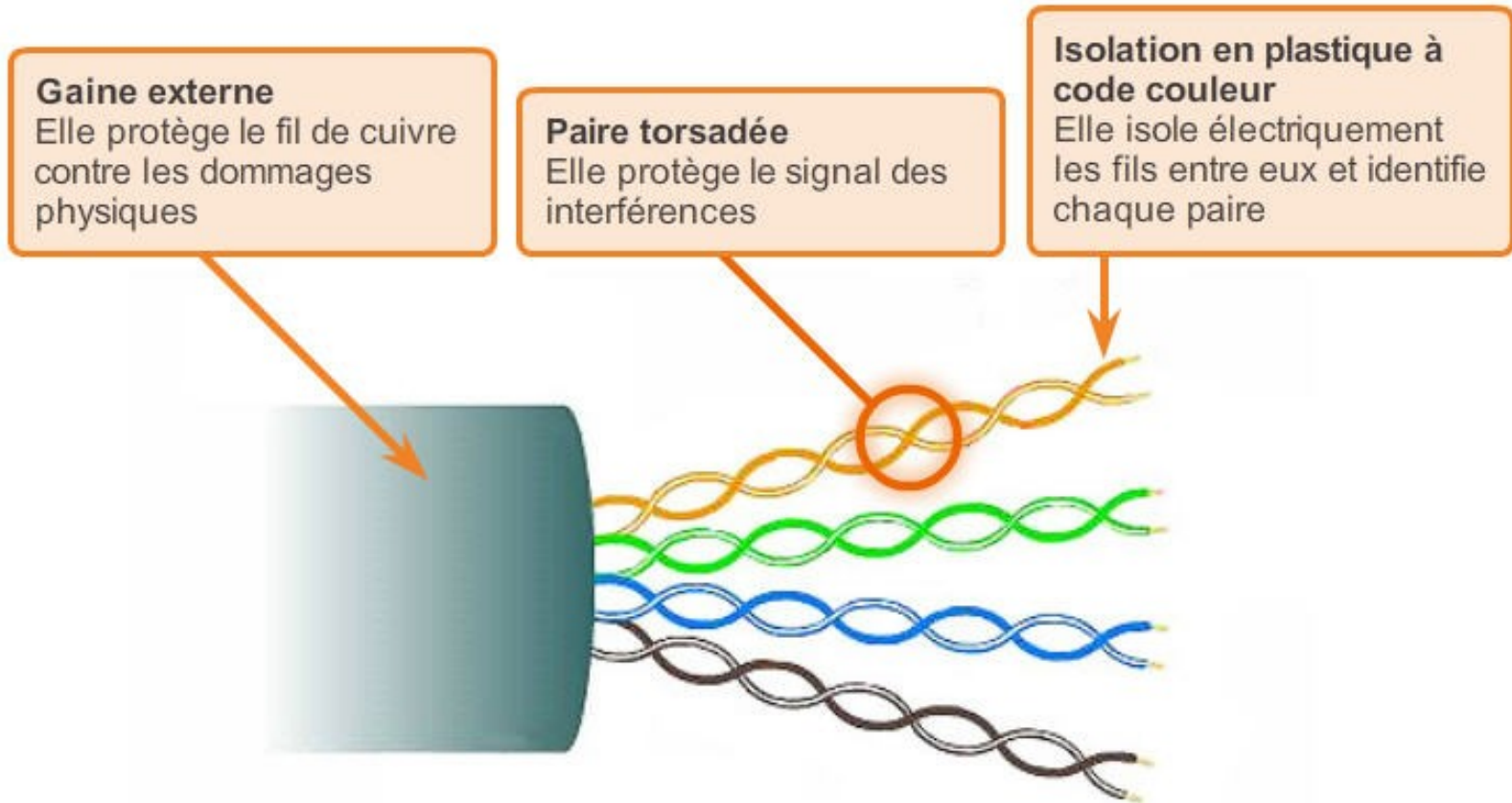


Câble coaxial



Câblage en cuivre

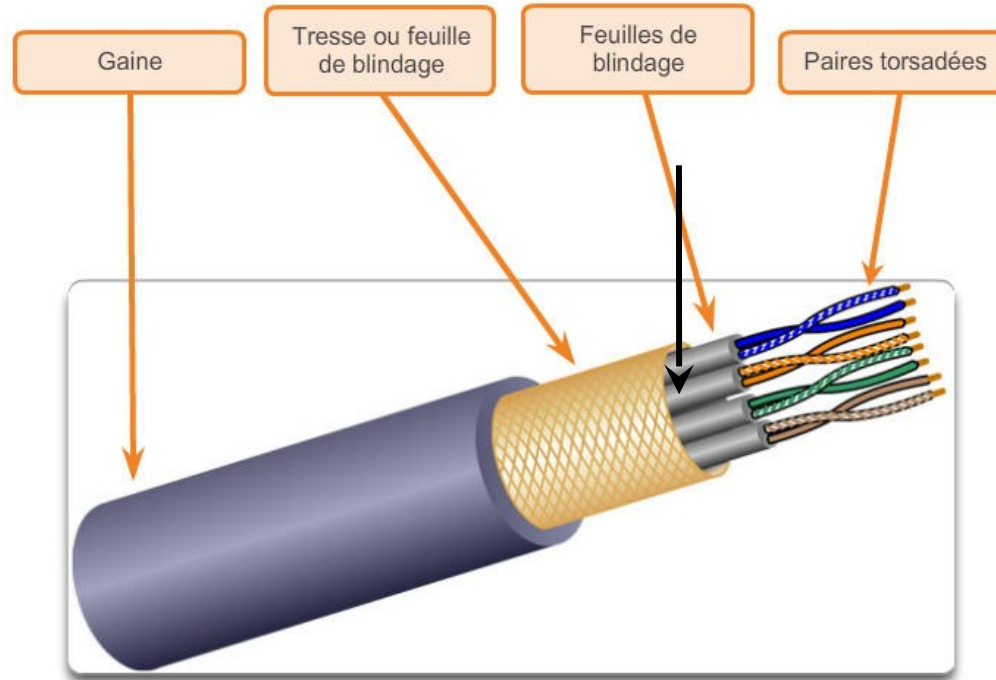
Câble à paires torsadées non blindées (UTP)





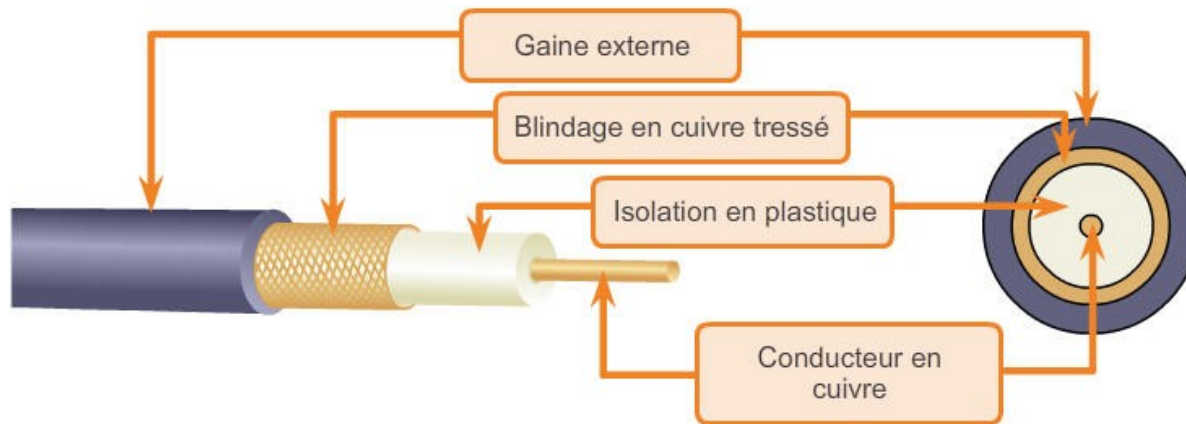
Câblage en cuivre

Câble à paires torsadées blindées (STP)



Câblage en cuivre

Câble coaxial



Connecteurs coaxiaux



Prise BNC



Type N

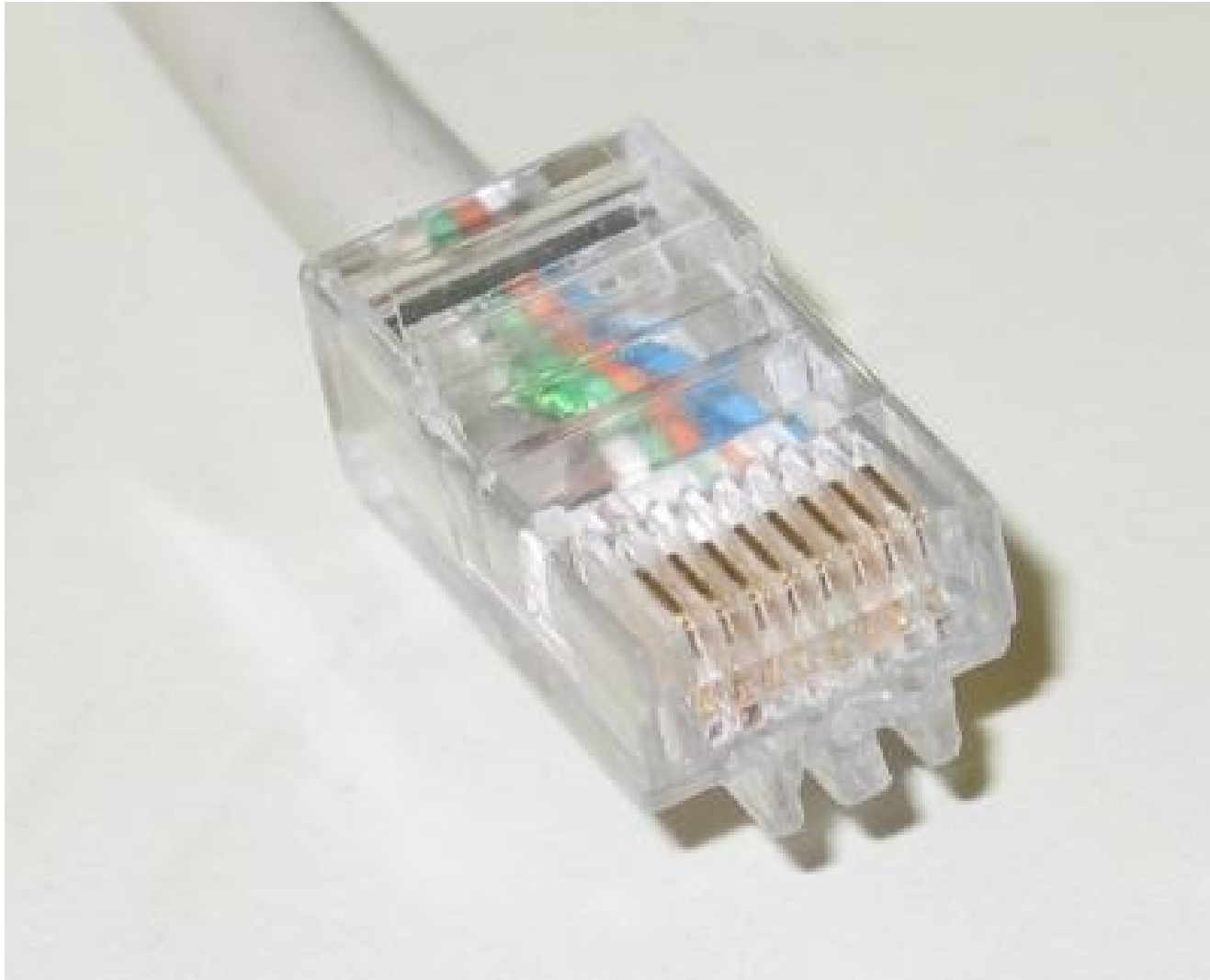


Type F



Câblage UTP

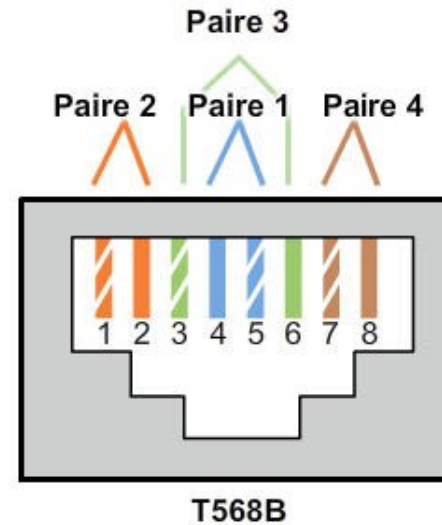
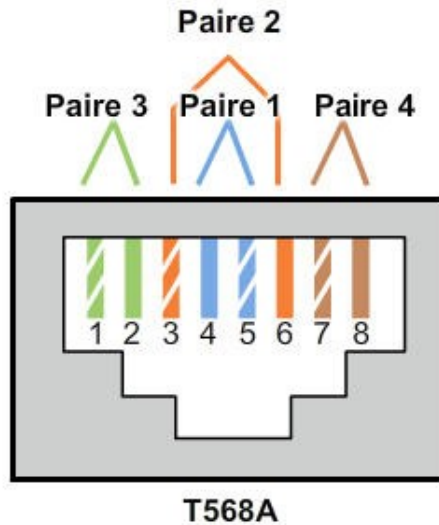
Connecteurs UTP





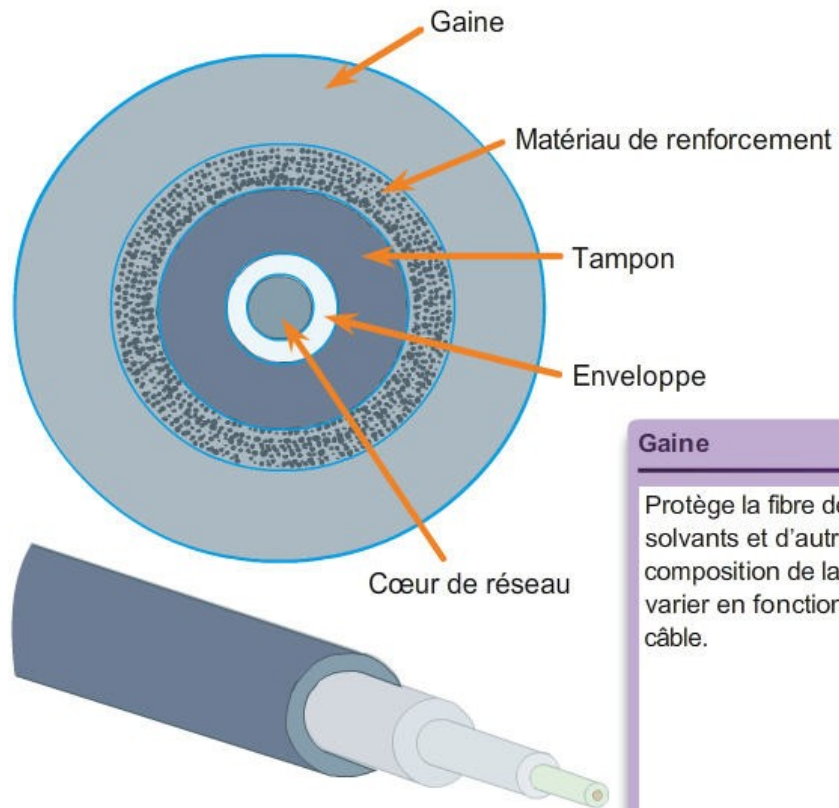
Câblage UTP

Types de câble UTP



Type de câble	Norme	Application
Ethernet droit	T568A aux deux extrémités ou T568B aux deux extrémités	Connexion d'un hôte réseau à un périphérique réseau tel qu'un commutateur ou un concentrateur.
Ethernet croisé	T568A à une extrémité, T568B à l'autre	<ul style="list-style-type: none"> Connexion de deux hôtes réseau Connexion de deux périphériques réseau intermédiaires (commutateur à commutateur ou routeur à routeur)
Inversé	Exclusif à Cisco	Connexion d'un port série de poste de travail à un port console de routeur, à l'aide d'un adaptateur.

Éléments d'un câble à fibres optiques



Gaine

Protège la fibre de l'usure, des solvants et d'autres contaminants. La composition de la gaine externe peut varier en fonction de l'utilisation du câble.

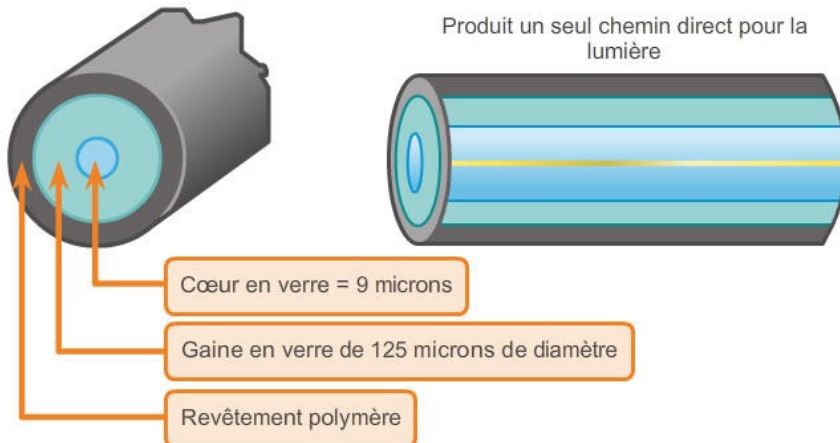
Cliquez sur chaque composant pour en savoir plus.



Câblage en fibre optique

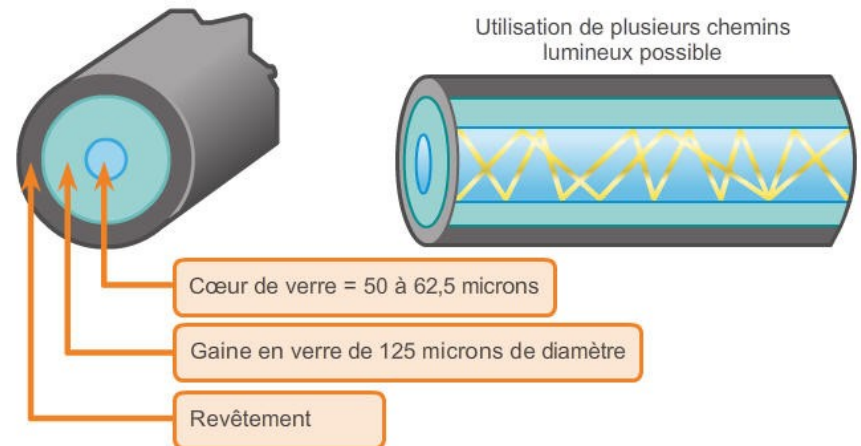
Types de fibre optique

Monomode



- 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

Multimode



- 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

Câblage en fibre optique

Cordons de brassage en fibre



Cordon de brassage multimode SC-SC



Cordon de brassage monomode LC-LC



Cordon de brassage multimode SC-SC



Cordon de brassage monomode ST-SC

Une gaine jaune est utilisée pour les câbles à fibre optique monomodes et une gaine orange (ou aqua) pour les câbles multimodes.



Câblage en fibre optique

Fibre ou cuivre

Problèmes de mise en œuvre	Cuivre	Fibre optique
Bande passante	10 Mbit/s – 10 Gbit/s	10 Mbit/s – 100 Gbit/s
Distance	Relativement courte (de 1 à 100 mètres)	Relativement longue (de 1 à 100 000 mètres)
Résistance aux perturbations électromagnétiques et radioélectriques	Faible	Élevée (résistance totale)
Résistance aux risques électriques	Faible	Élevée (résistance totale)
Coûts des supports et des connecteurs	Le plus faible	Le plus élevé
Compétences requises pour l'installation	Le moins	Le plus
Précautions à prendre pour la sécurité	Le moins	Le plus



Sans fil

Types de transmissions sans fil

Transport des signaux électromagnétiques représentant des chiffres binaires en utilisant des fréquences radio ou micro-ondes => le + pratique pour la mobilité

Certaines des limites du sans-fil :

- **Zone de couverture** - La couverture effective peut être fortement influencée par les caractéristiques physiques du lieu de déploiement.
- **Interférence** - Le sans-fil est sensible aux interférences et peut être perturbé par de nombreux appareils courants.
- **Sécurité** - La couverture des communications sans fil ne nécessite aucun accès à un support physique, de sorte que tout le monde peut avoir accès à la transmission.
- **Support partagé** - Les réseaux locaux sans fil (WLAN) fonctionnent en semi-duplex, ce qui signifie qu'un seul appareil peut envoyer ou recevoir à la fois. L'accès simultané de nombreux utilisateurs au WLAN entraîne une réduction de la bande passante pour chaque utilisateur.



Sans fil

Types de transmissions sans fil

En général, un réseau local sans fil (WLAN) nécessite les dispositifs suivants :

- **Point d'accès sans fil (AP)** - Concentrer les signaux sans fil des utilisateurs et se connecter à l'infrastructure de réseau existante basée sur le cuivre
- **Adaptateurs NIC sans fil** - Fournissent une capacité de communication sans fil aux hôtes du réseau



Couche physique

Résumé

- Expliquer comment les protocoles et services de couche physique prennent en charge les communications sur les réseaux de données
- Créer un réseau simple à l'aide des supports appropriés

Module 5 : Systèmes numériques



Initiation aux réseaux



Résumé

- Système binaire
- Système hexadécimal

- Déjà vu
 - En L1 : UE Fondements de l'informatique
 - Dans la 2^e partie du cours sur l'adressage

Module 6 : Couche de liaison de données



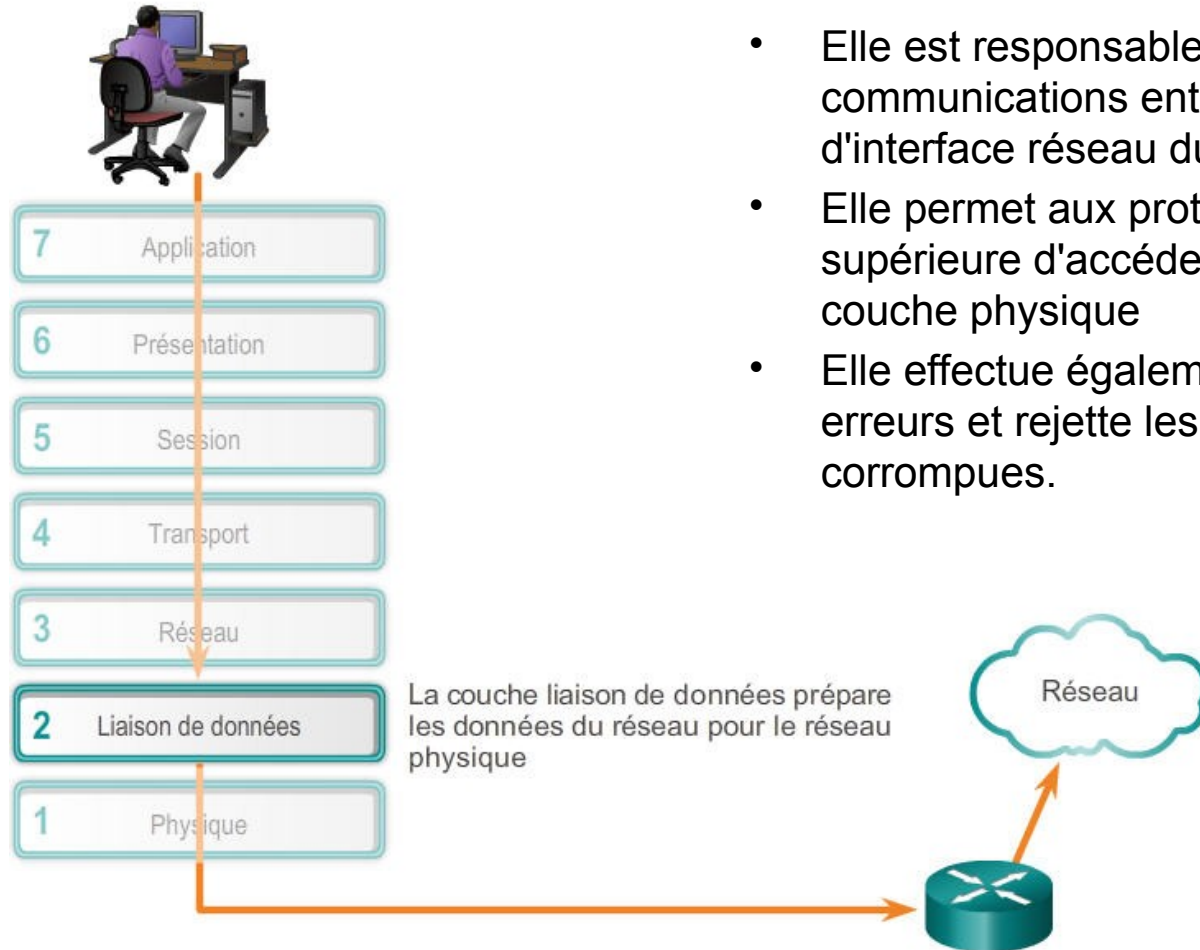
Initiation aux réseaux



Rôle de la couche liaison de données

Couche liaison de données

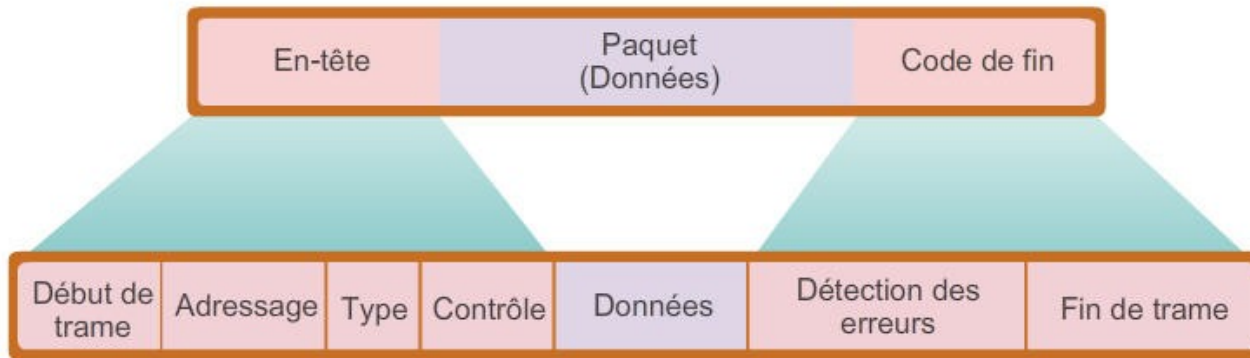
Couche liaison de données





Structure de trame de la couche 2

Création d'une trame

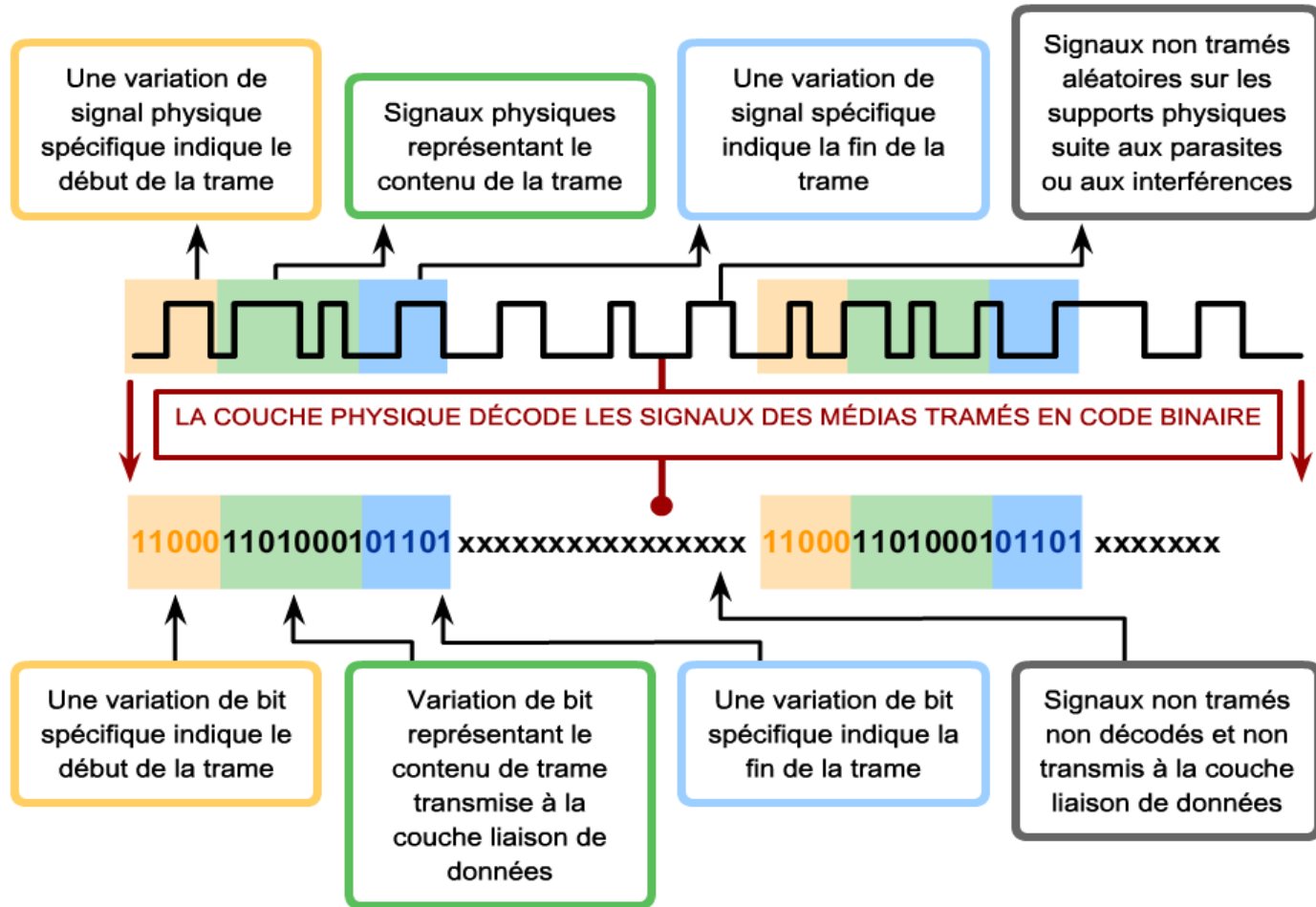


Champ	Description
Début et fin du trame	Identifie le début et la fin du trame
Adressage	Indique les nœuds source et destination
Type	Identifie le protocole encapsulé de couche 3
Contrôle	Identifie les services de contrôle de flux
Données	Contient la charge utile du trame
Détection des erreurs	est utilisé pour déterminer les erreurs de transmission



Structure de trame de la couche 2

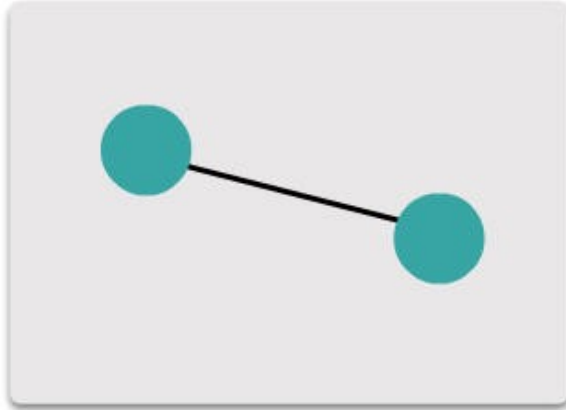
Reconnaissance des signaux de trame



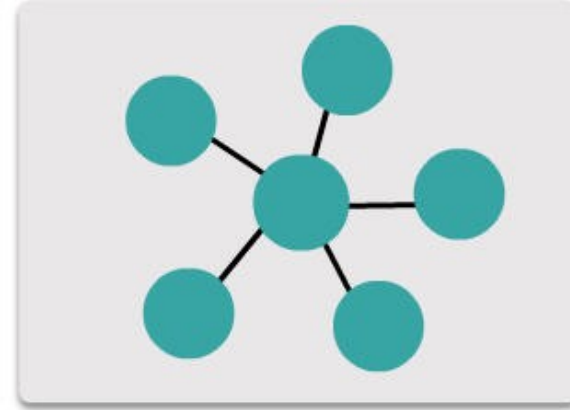


Topologies de réseau étendu (WAN)

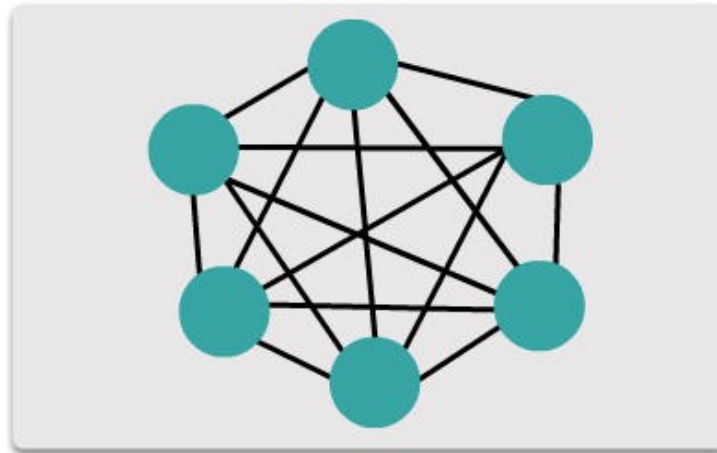
Topologies WAN physiques courantes



Topologie point à point



Topologie Hub and Spoke

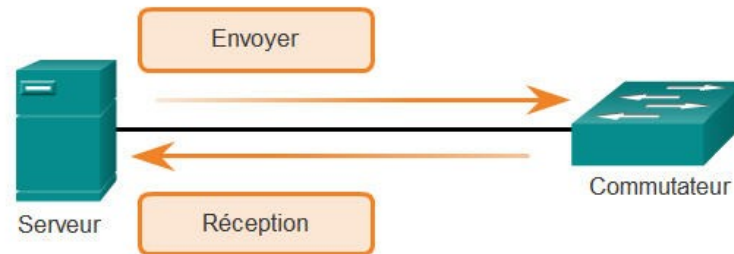
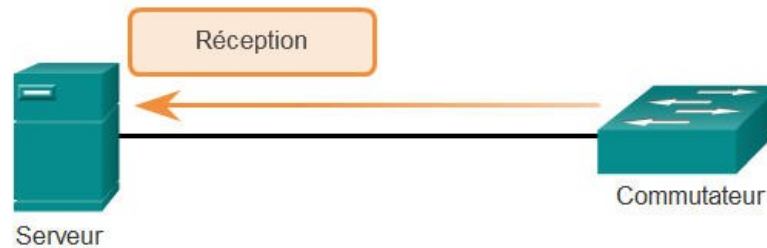


Topologie maillée complète



Topologies de réseau étendu (WAN)

Modes bidirectionnel simultané et bidirectionnel non simultané

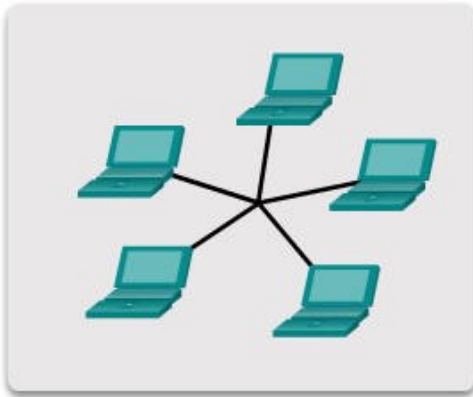




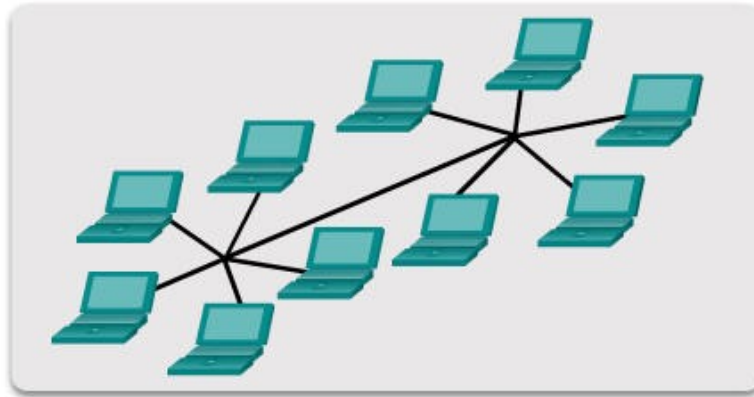
Topologies de réseau local (LAN)

Topologies LAN physiques

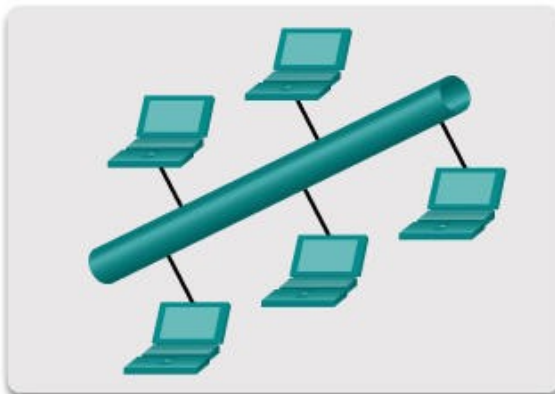
Topologies physiques



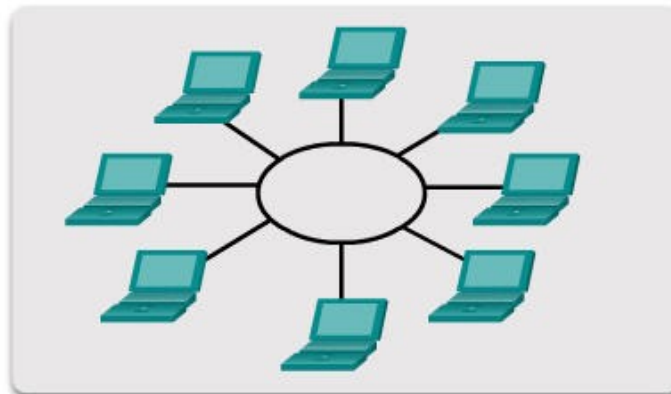
Topologie en étoile



Topologie en étoile étendue



Topologie en bus

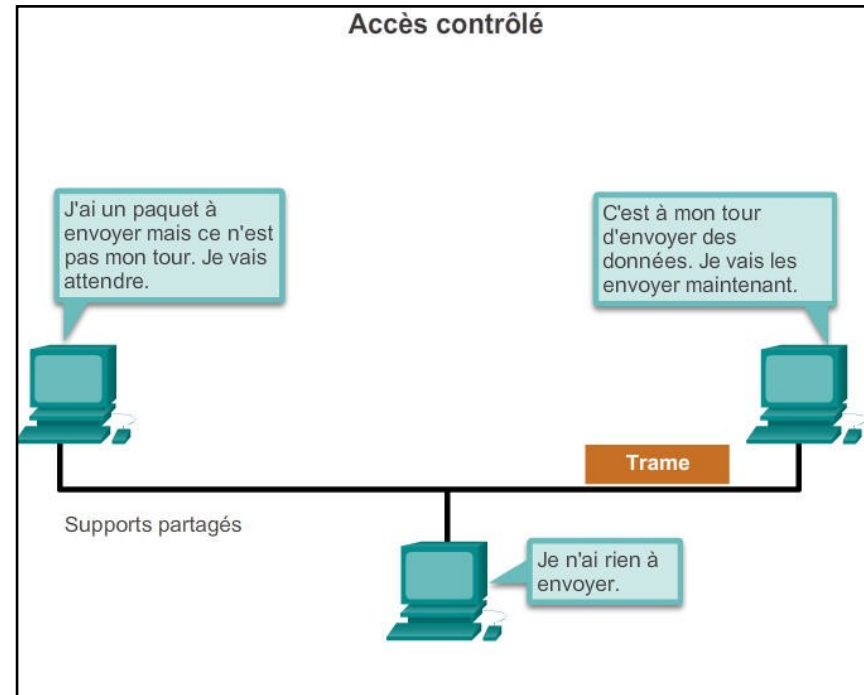
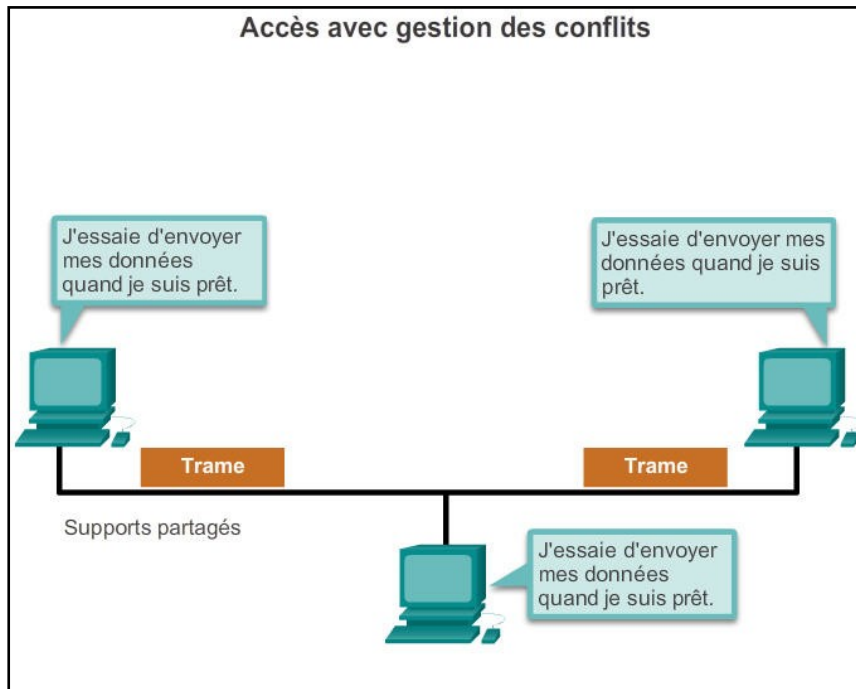


Topologie en anneau



Topologies de réseau local (LAN)

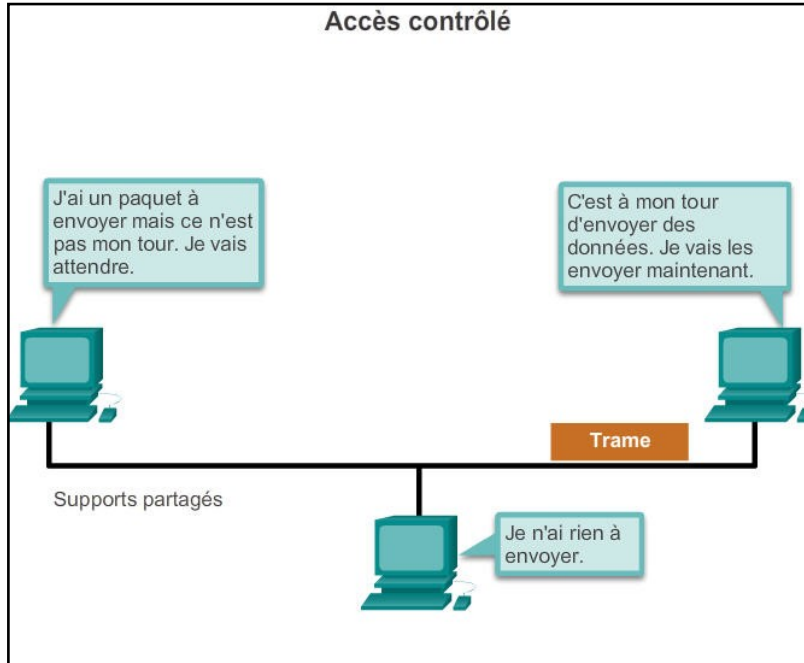
Topologie logique pour des supports de transmission mixtes





Topologies de réseau local (LAN)

Accès contrôlé



Caractéristiques

- Une seule station peut transmettre des données à un moment donné
- Les équipements ayant des données à transmettre doivent attendre leur tour
- Pas de collisions
- Utilisation possible d'une méthode de passage de jeton

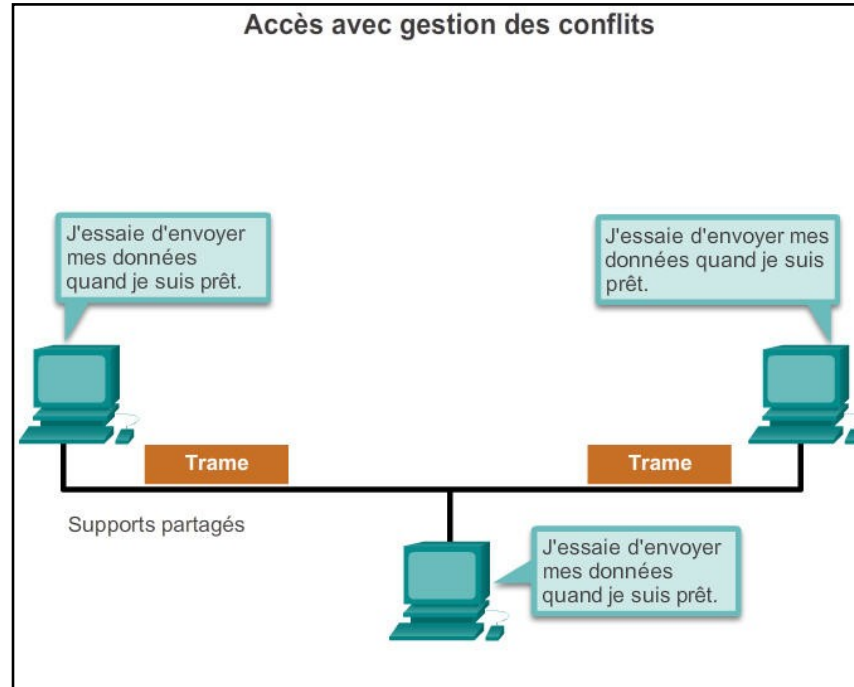
Technologies d'accès contrôlé

- Token Ring (IEEE 802.5)
- Interface FDDI (obsolète depuis l'avènement de Gigabit Ethernet à la fin des années 90)



Topologies de réseau local (LAN)

Accès avec gestion des conflits



Caractéristiques

- Les stations peuvent transmettre des données à n'importe quel moment
- Présence de collisions
- Il existe des mécanismes permettant de résoudre les conflits pour les supports.

Technologies de gestion des conflits

- CSMA/CD pour les réseaux Ethernet 802.3
- CSMA/CA pour les réseaux sans fil 802.11



Topologies de réseau local (LAN)

Le contrôle d'accès au support

Accès multiple avec écoute de porteuse (CSMA)

- Méthode utilisée au début pour déceler si le support transporte un signal
- Si aucune porteuse n'est détectée, le périphérique envoie ses données
- Si deux périphériques transmettent en même temps, il y a collision de données



Le fonctionnement d'Ethernet

Le contrôle d'accès au support

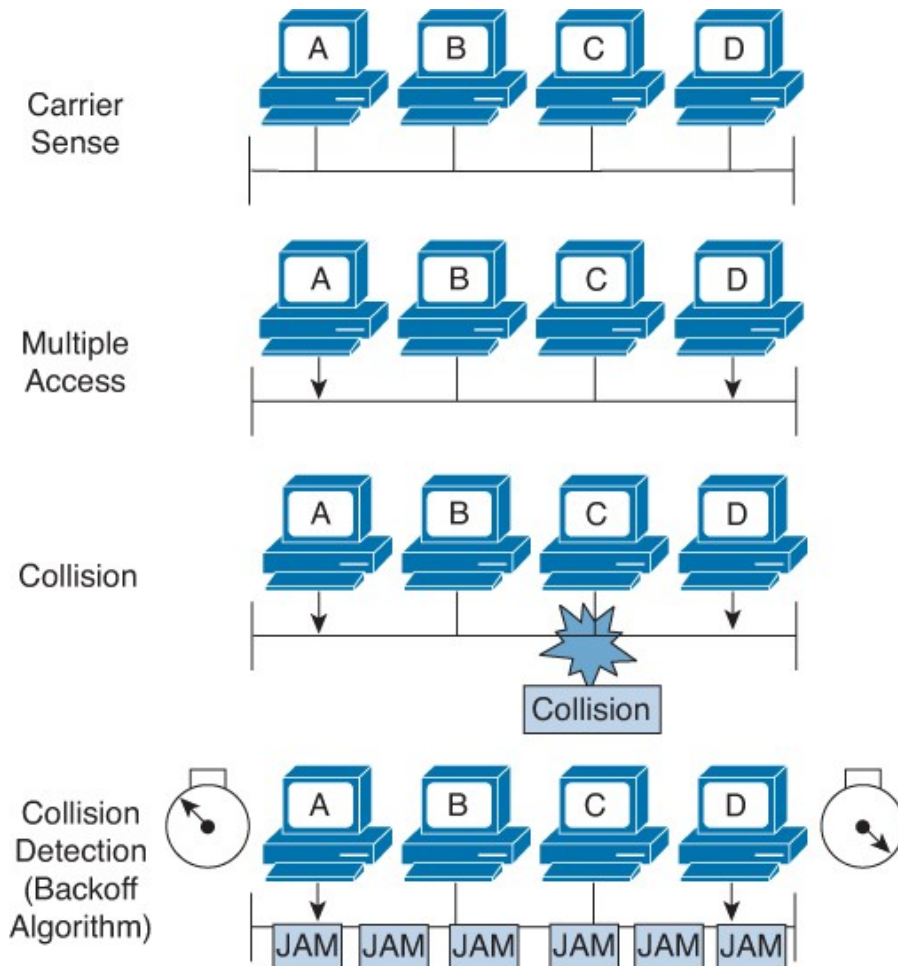
CSMA/CD (CSMA/Collision Detection)

- Le périphérique observe le support en cherchant à détecter un signal de données
- En l'absence de signal de données, ce qui signifie que le support est libre, le périphérique transmet ses données
- Si des signaux sont détectés, ce qui indique qu'un autre périphérique était aussi en train de transmettre des données, tous les équipements cessent leurs transmissions et réessayent ultérieurement
- Les réseaux Ethernet sont conçus avec la technologie CSMA/CD, et avec les périphériques intermédiaires actuels, il n'y a pas de collisions et les processus utilisés par CSMA/CD sont inutiles



Topologies de réseau local (LAN)

CSMA/CD



- Utilisé pour
 - Connexions half-duplex
 - Topologies avec concentrateurs (*hubs*)
- Inutile avec les réseaux avec des domaines de collision isolés
 - Connexions full-duplex
 - Topologies avec commutateurs (*switchs*)



Le contrôle d'accès au support

Méthode d'accès au support CSMA avec évitement de collisions (CSMA/CA)

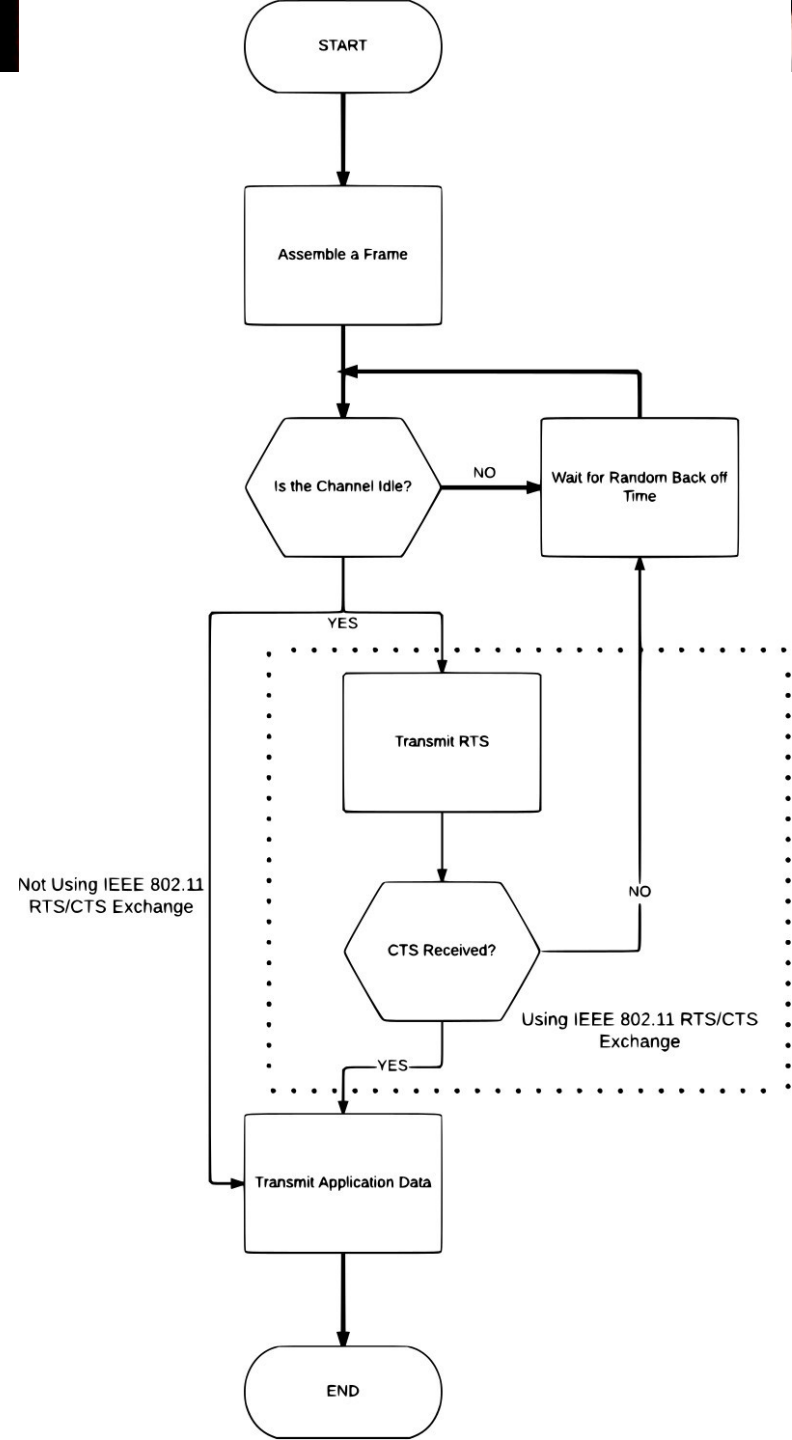
- Le périphérique inspecte le support pour y détecter la présence d'un signal de données ; s'il n'y en a pas, il envoie une notification dessus pour indiquer son intention de l'utiliser
- Le périphérique transmet alors ses données
- Cette méthode est utilisée par les technologies de réseau sans fil 802.11
- Extension optionnelle : Request to Send et Clear to Send (RTS/CTS)
 - Demande de transmission par l'émetteur (RTS) puis autorisation par le récepteur (CTS)
 - Méthode de contrôle d'accès proche d'une gestion d'accès contrôlé

Topologies de réseau local (LAN)

CSMA/CA

- *Collision avoidance* : en cas d'occupation du canal, attente pendant une période aléatoire avant de réécouter le canal
 - RTS : *Request to Send*, envoyé par un émetteur
 - CTS : *Clear to Send*, envoyé par le point d'accès à un seul émetteur qui a fait la demande
 - Transmission de la trame si le canal est libre et si CTS a été reçu

Source :
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Csmaca_algorithm.png
 (CC BY-SA 3.0, par Tkz4)

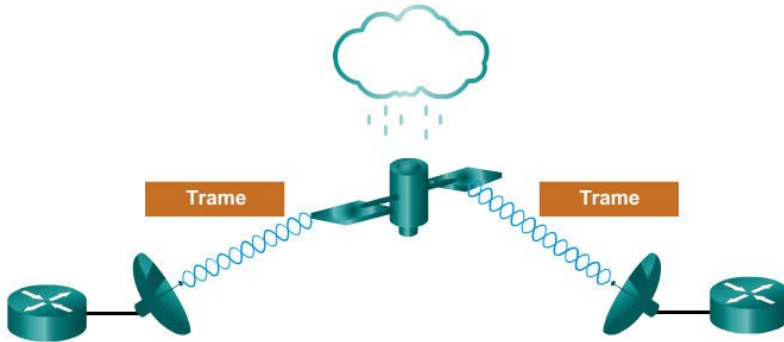




Trame liaison de données

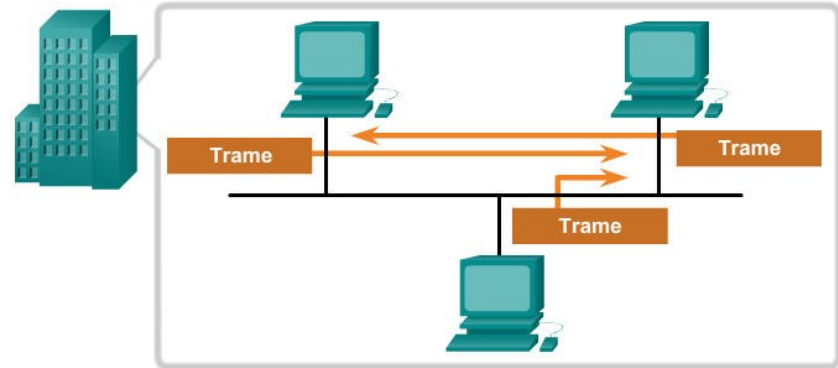
La trame

Plus d'efforts nécessaires pour assurer la transmission = plus grande surcharge = débits de transmission plus faibles



Dans un **environnement fragile**, plus de contrôles sont nécessaires pour assurer la transmission. Les champs d'en-tête et de fin de trame sont plus grands, car plus d'informations de contrôle sont nécessaires.

Moins d'efforts nécessaires pour assurer la transmission = surcharge moindre = débits de transmission plus élevés



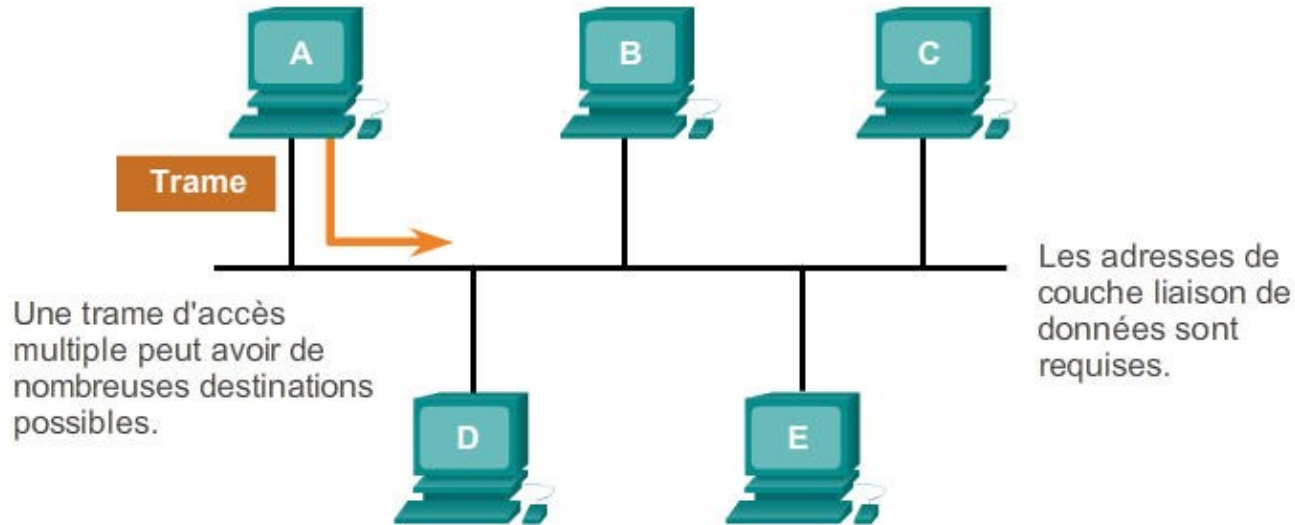
Dans un **environnement protégé**, nous sommes sûrs que la trame arrive à sa destination. Moins de contrôles sont nécessaires, d'où des champs et des trames de taille réduite.



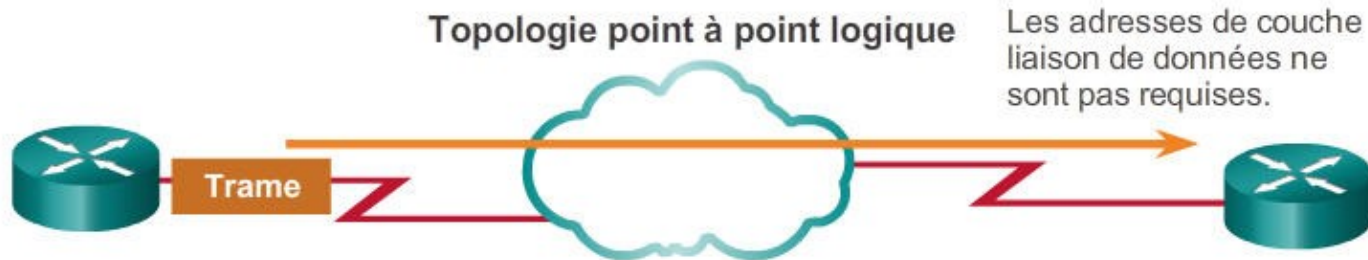
Trame liaison de données

Adresse de couche 2

Topologie logique d'accès multiple



Topologie point à point logique



Une trame point-à-point n'a qu'une seule destination possible.



Résumé

- Expliquer le rôle de la couche liaison de données dans la prise en charge des communications sur les réseaux de données
- Comparer les techniques de contrôle d'accès au support et les topologies logiques utilisées dans les réseaux



Module 7 : Commutation Ethernet

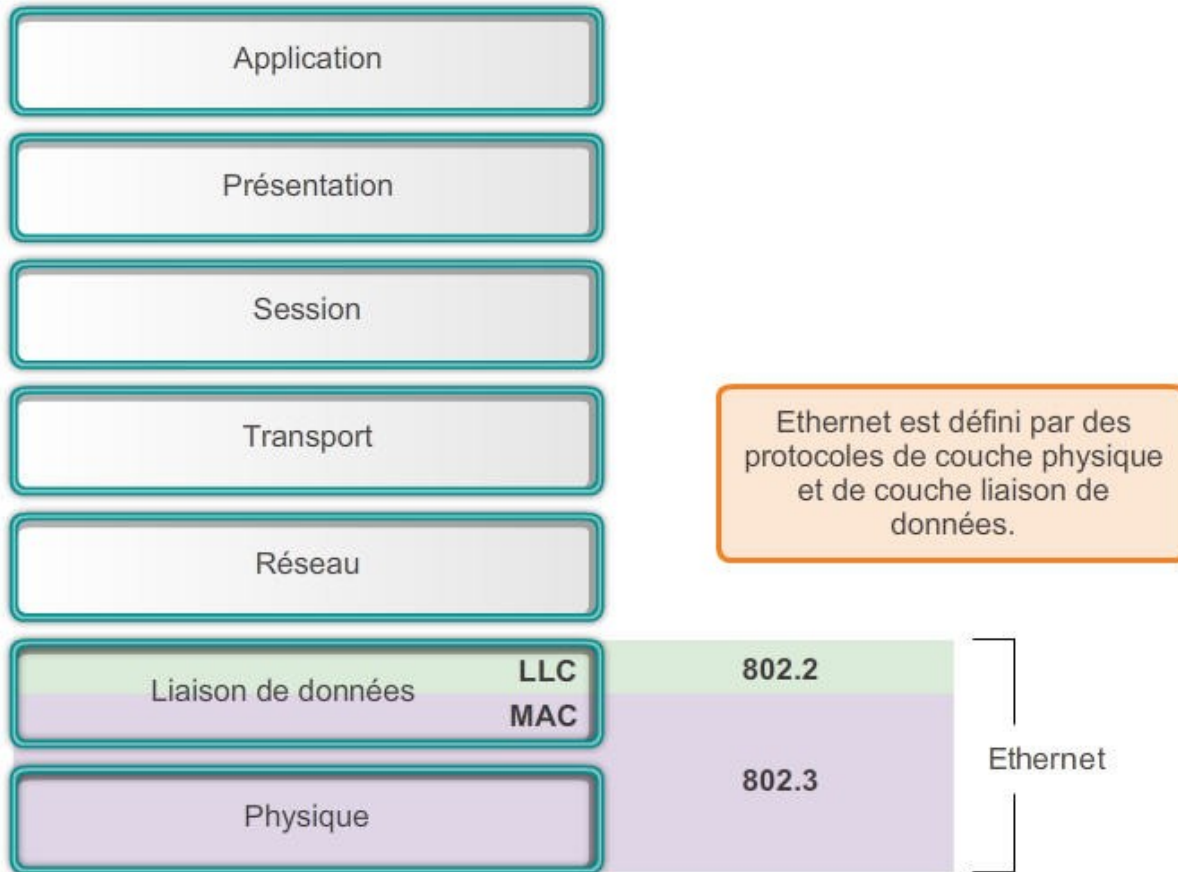


Initiation aux réseaux



Le fonctionnement d'Ethernet

Les sous-couches LLC et MAC





Le fonctionnement d'Ethernet

Les sous-couches LLC et MAC

LLC (IEEE 802.2)

- Place des informations dans la trame pour identifier le protocole de couche réseau utilisé pour la trame

MAC (IEEE 802.3, 802.11 ou 802.15)

- Est responsable de l'encapsulation des données et du contrôle d'accès aux supports, et fournit l'adressage de couche de liaison de données
- Implémentée par le matériel, généralement dans la carte réseau de l'ordinateur
- Deux rôles essentiels :
 - Encapsulation des données
 - Contrôle d'accès au support



La sous-couche MAC

Contrôle d'accès au support

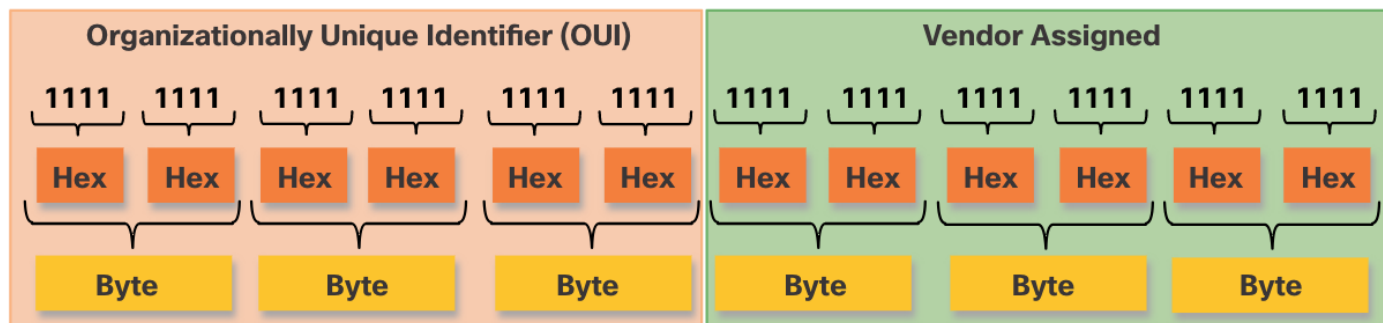
- Régit le placement et le retrait des trames sur le support
- Communique directement avec la couche physique
- Si plusieurs périphériques utilisant le même support tentent d'envoyer des données en même temps, cela provoque une collision néfaste pour ces dernières
- Ethernet fournit une méthode pour contrôler comment les nœuds se partagent l'accès grâce à la technologie d'accès multiple avec écoute de porteuse (CSMA, Carrier Sense Multiple Access)



Le fonctionnement d'Ethernet

Adresse MAC : identité Ethernet

- Une adresse MAC Ethernet de couche 2 est une valeur binaire de 48 bits constituée de 12 chiffres hexadécimaux
- L'IEEE demande aux revendeurs de suivre deux règles simples :
 - L'adresse doit utiliser dans ses 3 premiers octets l'identifiant unique (OUI) attribué au revendeur
 - Toutes les adresses MAC ayant le même identifiant OUI doivent utiliser une valeur unique dans les 3 derniers octets





Les adresses MAC Ethernet

Représentations des adresses MAC

Avec des tirets 00-60-2F-3A-07-BC

Avec deux-points 00:60:2F:3A:07:BC

Avec des points 0060.2F3A.07BC

```
C:\>ipconfig/all
```

Ethernet adapter Local Area Connection:

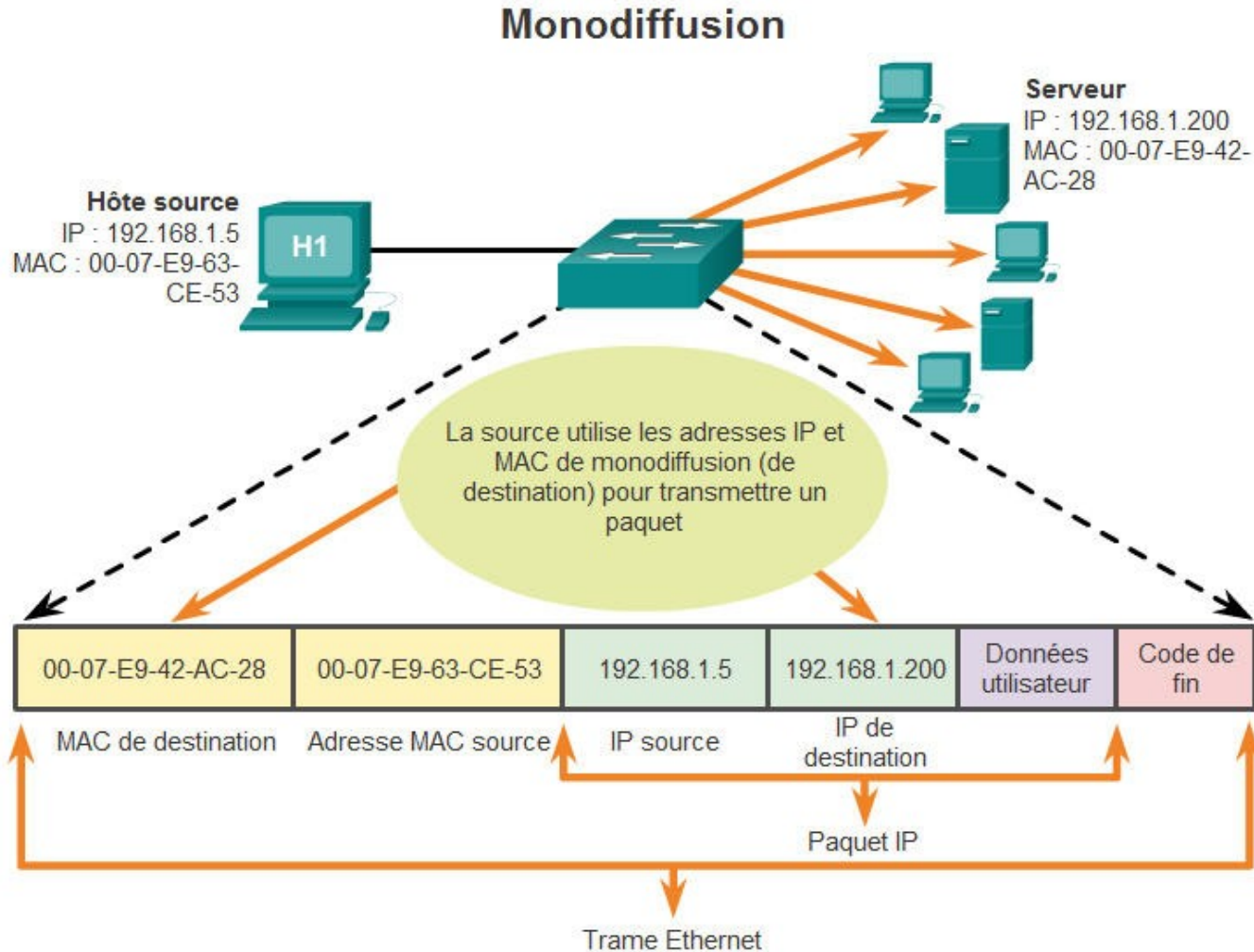
```

Connection-specific DNS Suffix  . : example.com
Description . . . . . : Intel(R) Gigabit Network Connection
Physical Address. . . . . : 00-21-CC-BA-44-C4
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.67 (Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Lease Obtained. . . . . : Monday, November 26, 2012 12:14:48 PM
Lease Expires . . . . . : Saturday, December 01, 2012 12:15:02 AM
Default Gateway . . . . . : 192.168.1.254
DHCP Server . . . . . : 192.168.1.254
DNS Servers . . . . . : 192.168.1.254
    
```




Les adresses MAC Ethernet

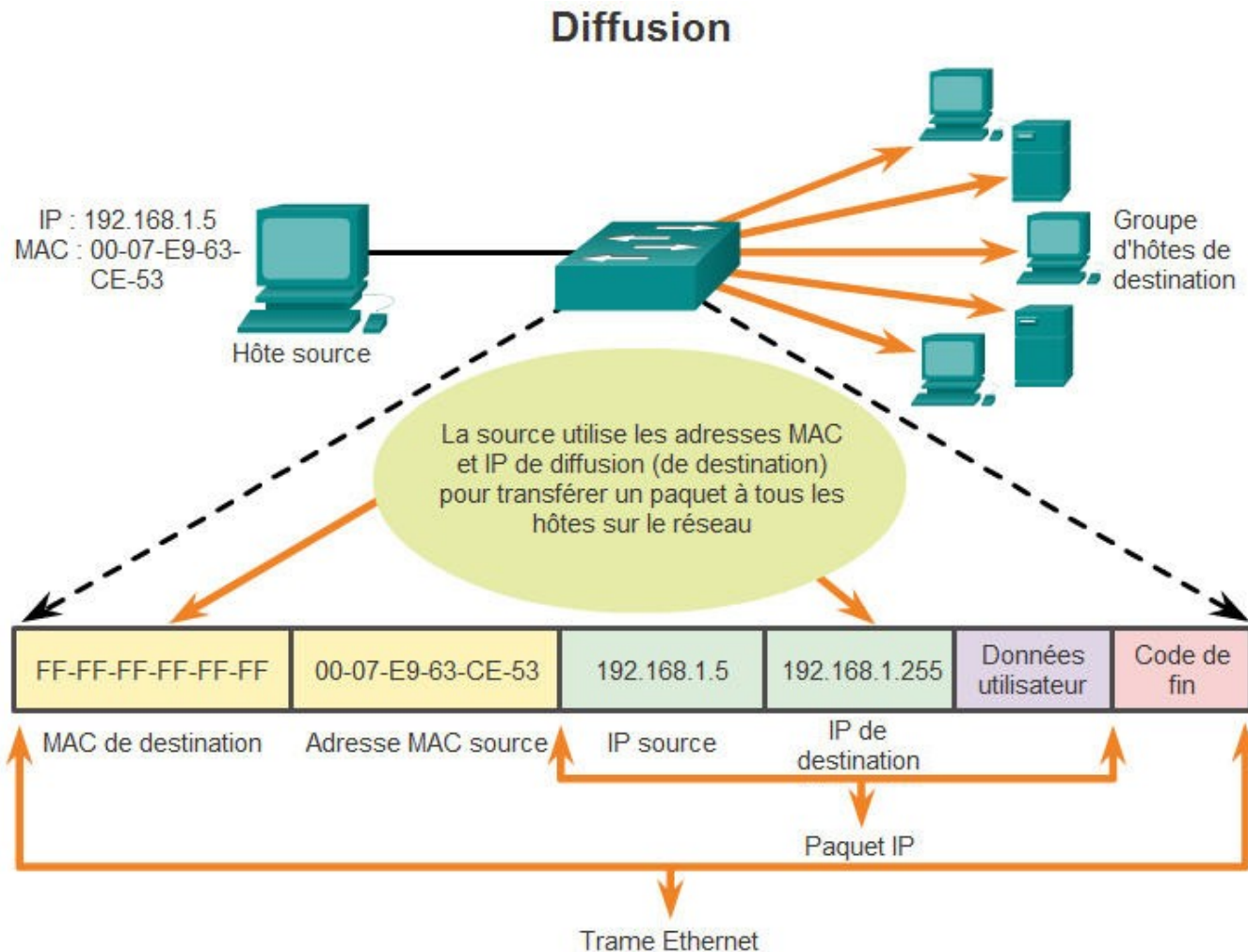
Adresse MAC de monodiffusion





Les adresses MAC Ethernet

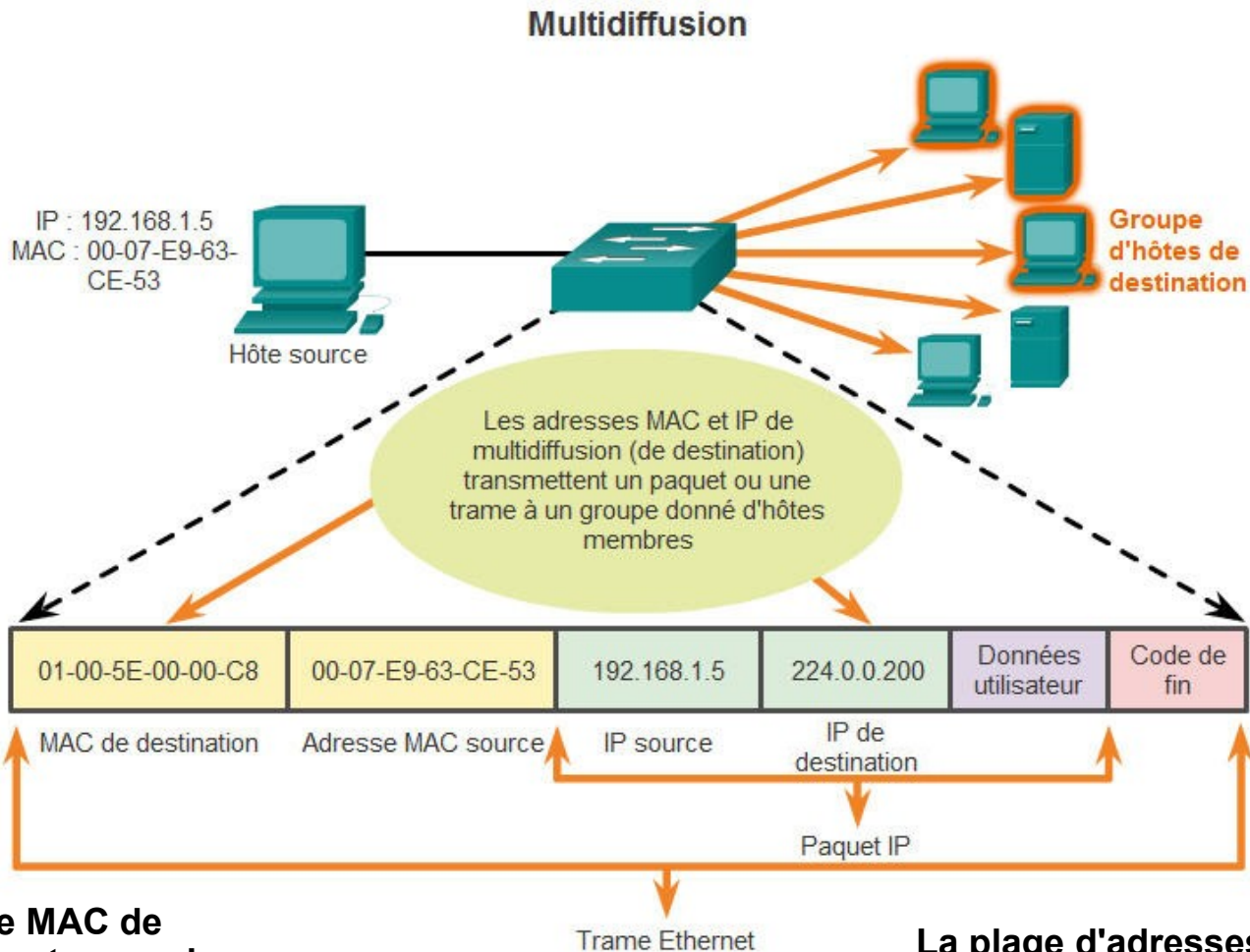
Adresse MAC de diffusion





Les adresses MAC Ethernet

Adresse MAC de multidiffusion



L'adresse MAC de multidiffusion est une valeur spécifique qui commence par 01-00-5E au format hexadécimal

La plage d'adresses de multidiffusion IPv4 est comprise entre 224.0.0.0 et 239.255.255.255



Évolutions d'Ethernet

Premiers supports Ethernet et topologie

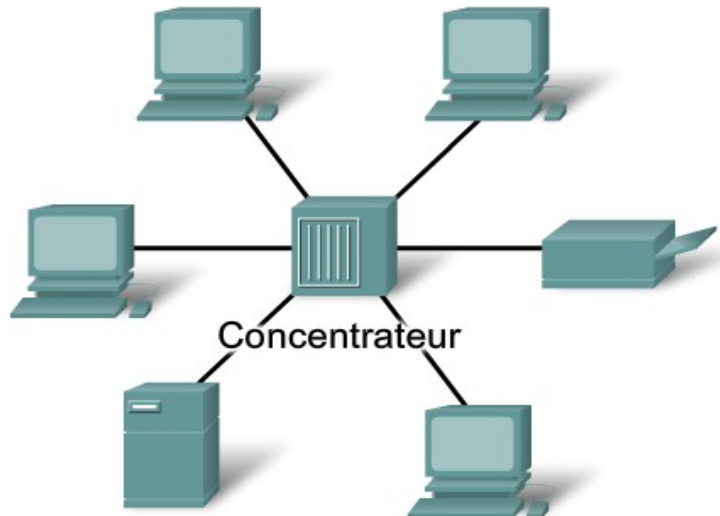
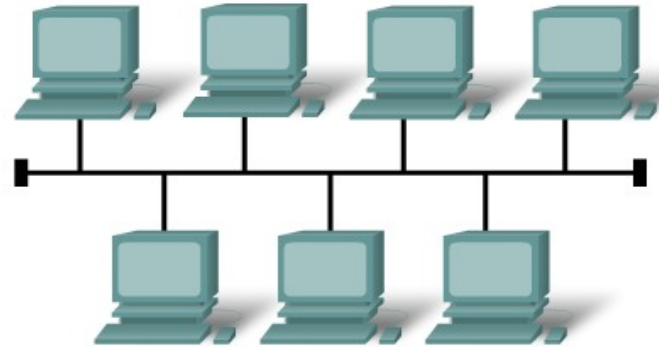
Topologie

Physique : bus
Logique : accès multiple (bus)

Migration vers

Topologie

Physique : étoile
Logique : accès multiple (bus)

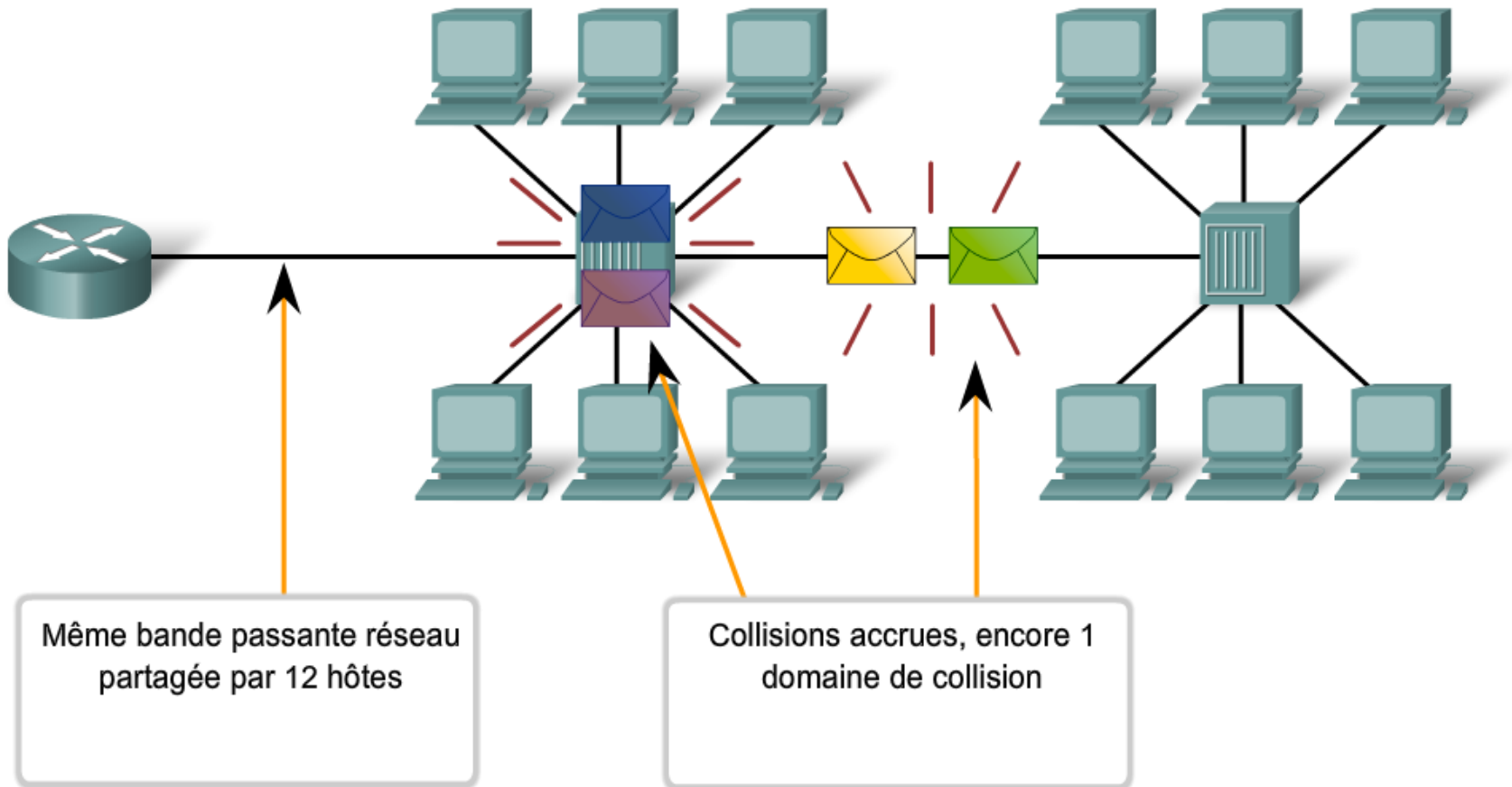




Évolutions d'Ethernet

Utilisation des concentrateurs (*hubs*)

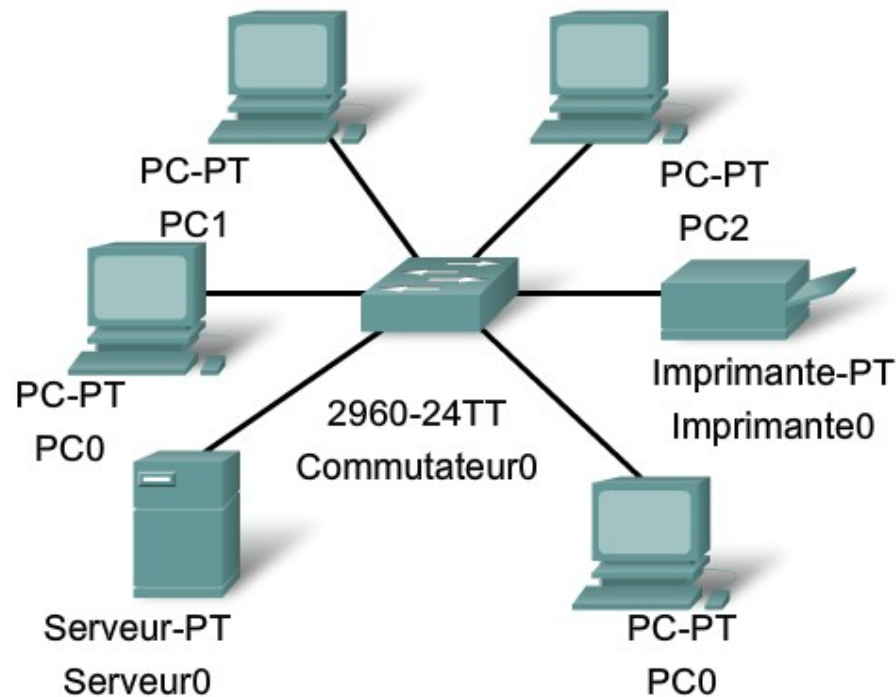
Performance médiocre des réseaux locaux (LAN) avec concentrateurs





Évolutions d'Ethernet

Migration vers les commutateurs Ethernet

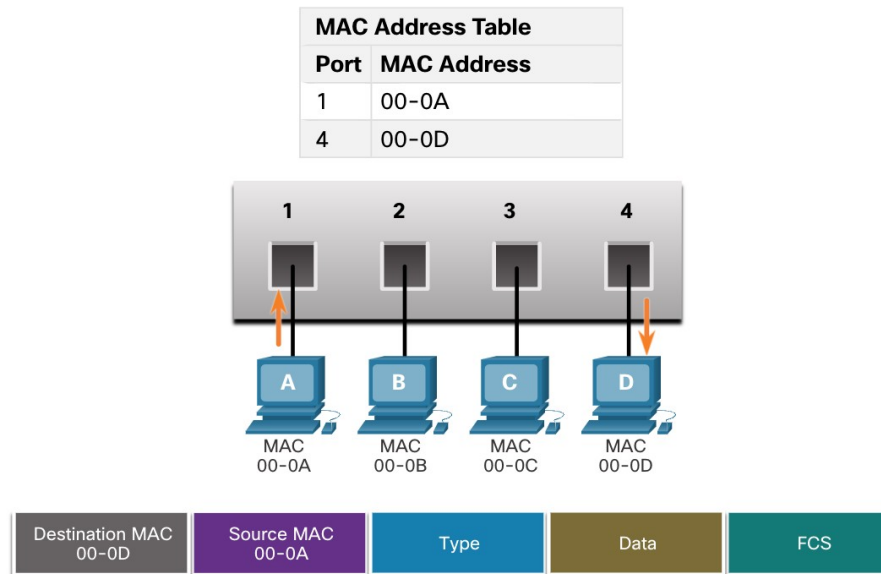




Évolutions d'Ethernet

Commutateurs : un réacheminement sélectif

À mesure qu'un commutateur reçoit des trames de différents périphériques, il remplit sa table d'adresses MAC en examinant l'adresse MAC source de chaque trame. Si la table d'adresses MAC du commutateur contient l'adresse MAC de destination, il peut filtrer la trame et la diffuser sur un seul port.



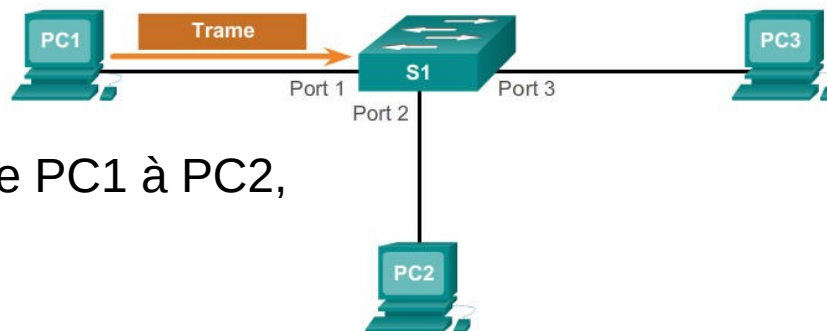


Principes fondamentaux des ports de commutateur

Les commutateurs LAN de couche 2

- Connectent les périphériques finaux à un équipement intermédiaire central sur la plupart des réseaux Ethernet
- Effectuent la commutation et le filtrage en s'appuyant uniquement sur l'adresse MAC
- Créent une table d'adresses MAC qu'ils utilisent pour prendre les décisions relatives à la transmission
- Dépendent des routeurs pour transmettre les données d'un sous-réseau IP à l'autre

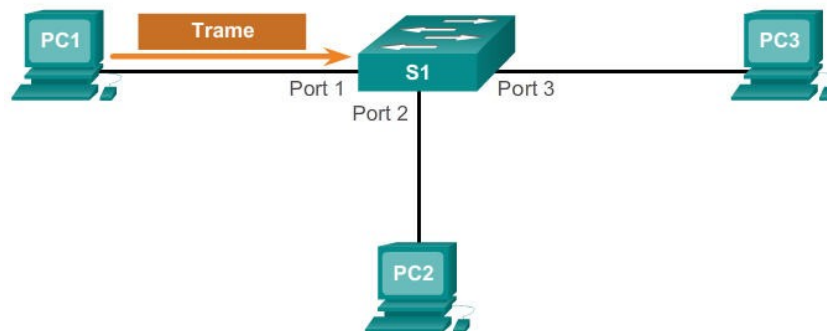
Table d'adresses MAC du commutateur



1. PC1 envoie une trame à destination de PC2.
2. S1 reçoit la trame sur le port 1. Il ajoute l'adresse MAC source et le port de commutateur ayant reçu la trame dans la table d'adresses.
3. La table de S1 étant vide concernant le port 2, S1 ne sait pas où se trouve PC2 et envoie la trame sur tous les ports, sauf celui sur lequel il l'a reçue (port 1).
4. PC2 réagit à la diffusion en envoyant une trame de monodiffusion au PC 1.

Suite...

Table d'adresses MAC du commutateur



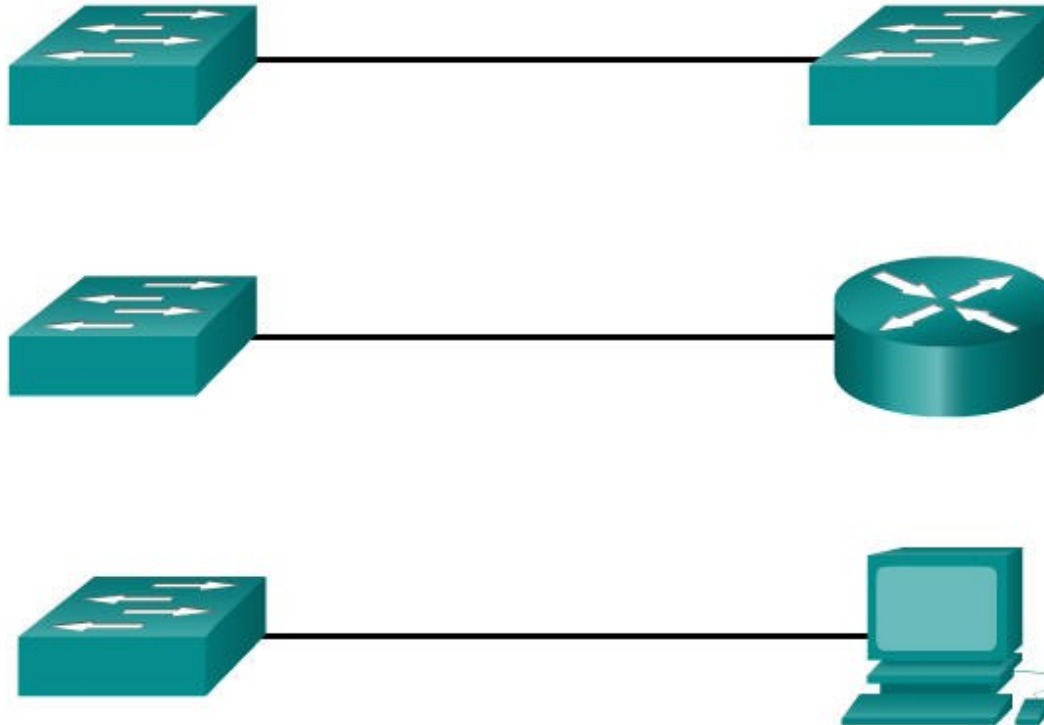
5. S1 enregistre l'adresse MAC source du PC 2 et le numéro de port du commutateur ayant reçu la trame dans la table d'adresses. L'adresse de destination de la trame et le port qui lui est associé se trouvent dans la table d'adresses MAC.
6. S1 peut alors transmettre les trames entre les périphériques source et de destination sans les diffuser partout, puisqu'il dispose des entrées qui identifient les ports associés dans la table d'adresses .



La commutation

Auto-MDIX

L'interface croisée dépendante du support (MDIX) détecte le type de connexion requis et configure l'interface en conséquence.





Commutation Ethernet

Résumé

- Expliquer le fonctionnement d'Ethernet
- Expliquer le fonctionnement d'un commutateur