

Chapitre 2 :Les protocoles et communications réseau

Module: Introduction à la physique de communication

Chapitre 2

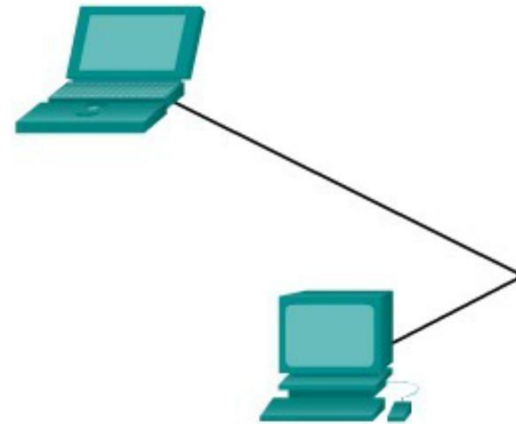
1. Les règles de la communication
2. Normes et protocoles réseau
3. Déplacement et acheminement des données sur le réseau

Les règles de la communication

Définition d'une communication

- Toute communication nécessite trois éléments.
 - **La source du message:** Les personnes, ou les périphériques, qui doivent envoyer un message à d'autres personnes ou périphériques.
 - **La destination ou le récepteur du message:** La destination reçoit le message et l'interprète.
 - **Le canal:** constitué par le support qui fournit la voie par laquelle le message se déplace depuis la source vers la destination.
- Les communications humaines ou dans un réseau sont régies par un ensemble de règles appelées protocoles, pour une communications humaines ces règles peuvent inclure :
 - La langue à utiliser
 - La structure des phrases
 - ...

Définition d'une communication



Les communications humaines et informatiques possèdent plusieurs points communs

Les règles d'une communication

- Pour pouvoir communiquer les personnes doivent utiliser des règles établies, ces règles incluent:
 - Identifier l'expéditeur et le destinataire
 - Accord sur le mode de communication (face-à-face, téléphone, lettre, photographie)
 - Utiliser la même langue et la même syntaxe
 - Définir la vitesse et le rythme d'élocution
 - Demande de confirmation ou d'accusé de réception

Les règles d'une communication

- les communications réseau et les conversations humaines possèdent plusieurs caractéristiques communes.
- En plus pour définir la manière avec laquelle le message est transmis sur le réseau les règles (protocoles) suivantes sont utilisés:
 - Codage des messages
 - Mise en forme et encapsulation des messages
 - Taille des messages
 - Synchronisation des messages
 - Options de remise des messages

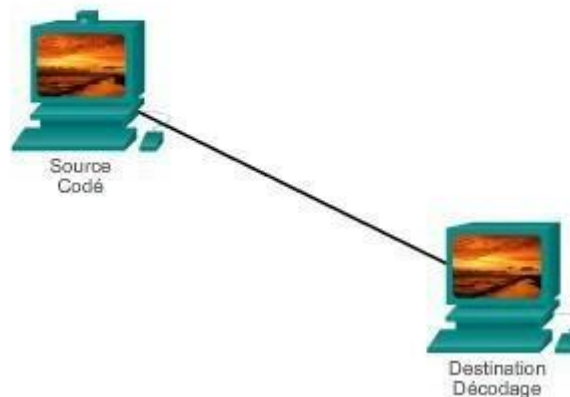
Codage des messages



- Pour envoyer un message, il faut tout d'abord le coder:
 - Le codage est le processus de conversion des informations vers un autre format à fins de les transmettre.
 - Le décodage est le processus inverse ; il permet d'interpréter les informations reçues

Codage des messages

- Le codage permet d'adaptés le message à envoyer au support.
 - Les messages envoyés sur le réseau sont d'abord convertis en bits par l'hôte émetteur. Chaque bit est codé en ondes lumineuses ou en impulsions électriques, selon le support sur lequel les bits sont transmis.
 - L'hôte de destination reçoit et décode les signaux pour interpréter le message.



Mise en forme et encapsulation des messages

- Lorsqu'un message est envoyé de la source à la destination, il doit respecter un format ou une structure spécifique.
- Les formats des messages dépendent du type de message et du type de canal utilisés pour remettre le message.
- Exemple:
 - La lettre est l'une des formes les plus anciennes de communication écrite. le format d'une lettre comprend en général les éléments suivants :

Mise en forme et encapsulation des messages

- Le nom du destinataire
- Une formule de politesse
- Le contenu du message
- Une phrase de conclusion
- Le nom de l'expéditeur



Mise en forme et encapsulation des messages

- une lettres doit également être insérée ou contenue dans une enveloppe pour être acheminée
 - L'enveloppe comporte l'adresse de la source et celle du destinataire, chacune étant écrite à un endroit bien précis.
 - Le processus consistant à placer un format de message (la lettre) dans un autre (l'enveloppe) s'appelle « encapsulation ».
 - Une désencapsulation a lieu lorsque le processus est inversé par le destinataire et que la lettre est retirée de l'enveloppe.

Mise en forme et encapsulation des messages

- De la même manière, un message qui est envoyé via un réseau sont encapsulés, de la même manière qu'une lettre (et placée dans une enveloppe).
 - Chaque message informatique est encapsulé dans un format spécifique, appelé trame, avant d'être transmis sur le réseau.
 - La trame fait office d'enveloppe. Elle fournit l'adresse de la destination souhaitée et celle de l'hôte source

Destination (adresse matérielle/ physique)	Source (adresse matérielle/ physique)	Indicateur de début (indicateur de début du message)	Destinataire (identificateur de la destination)	Expéditeur (identificateur de la source)	Données encapsulées (bits)
Adressage des trames		Message encapsulé			

Taille des messages

- La taille d'une trame doit être comprise entre une valeur minimale et une valeur maximale selon le support de transmission utilisé
 - l'hôte source doit alors décomposer les messages longs en portions comprises entre une taille minimale et une taille maximale. C'est ce que l'on appelle la segmentation.
 - Chaque portion est encapsulée dans une trame distincte avec les informations d'adresse, puis transmise sur le réseau.
 - Au niveau de l'hôte destinataire, les messages sont dés-encapsulés et recomposés pour être traités et interprétés.

Synchronisation des messages

La synchronisation est parmi les règles les plus importantes dans une communication elle affecte la qualité de la réception et de la compréhension d'un message.

Les personnes qui communiquent utilisent la synchronisation pour:

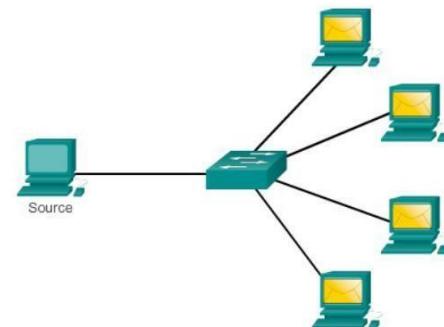
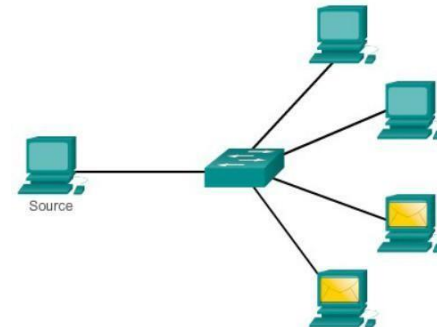
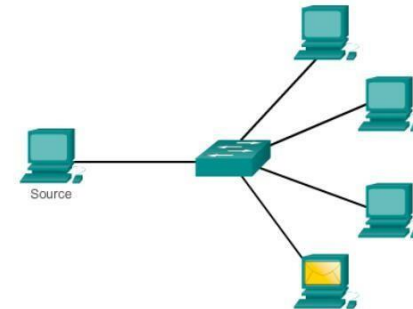
- déterminer le moment de la prise de parole (Méthode d'accès)
- le débit de parole (Contrôle de flux)
- le temps d'attente d'une réponse (Délai d'attente de la réponse)

Synchronisation des messages

- Méthode d'accès
 - Une méthode d'accès permet aux hôtes d'un réseau de savoir à quel moment ils doivent commencer à envoyer des messages et comment réagir en cas d'erreurs de collision
- Contrôle de flux
 - Dans une communication réseau, il arrive que l'hôte émetteur transmette des messages plus rapidement que l'hôte de destination ne peut en recevoir et traiter. Les hôtes source et de destination utilisent le contrôle de flux pour négocier le rythme d'envoi des données pour une communication correcte.
- Délai d'attente de la réponse
 - Les hôtes du réseau sont soumis à des règles qui spécifient le délai d'attente des réponses et l'action à entreprendre en cas de dépassement du délai d'attente.

Options de remise des messages

- Un message peut être envoyé selon plusieurs options:
 - **Un à un**: une machine source envoie un message à une seule machine de destination on appelle ce mode de communication le mode **monodiffusion** ou **unicast**.
 - **Un à plusieurs**: une machine source envoie un message à plusieurs machines de destination on appelle ce mode de communication le mode **multidiffusion** ou **multicast**.
 - **Un à tous**: une machine source envoie un message à toutes les machines se trouvant dans le même réseau on appelle ce mode de communication le mode **diffusion** ou **broadcast**



Normes et protocoles réseau

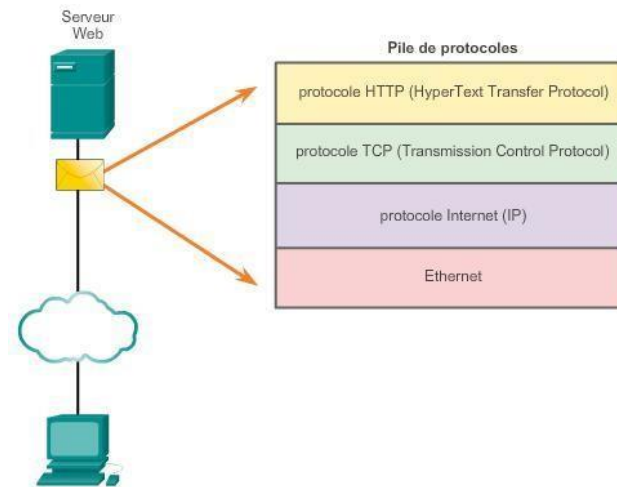
Les protocoles réseau

- Comme dans les communications humaines, les différents protocoles(règles) réseau et informatiques doivent coopérer ensemble pour réussir la communication réseau.
 - Un groupe de protocoles liés entre eux et qui coopèrent pour remplir une fonction de communication est appelé suite de protocoles.
 - Les suites de protocoles sont mises en œuvre par les hôtes et les périphériques réseau dans le logiciel, le matériel ou les deux.

Les protocoles réseau

L'interaction entre un serveur Web et un client Web constitue un exemple de l'utilisation d'une suite de protocoles dans des communications réseau.

Les différents protocoles de la suite protocolaires coopèrent pour garantir que les messages sont reçus et compris par les deux parties. Exemples de tels protocoles :



- Protocole d'application : protocole de transfert hypertexte (HTTP, Hypertext Transfer Protocol)
- Protocole de transport : protocole de contrôle de transmission (TCP, Transmission Control Protocol)
- Protocole Internet : IP (Internet Protocol)
- Protocoles d'accès au réseau : liaisons de données et couches physiques

Suites de protocoles et normes de l'industrie

- Comme nous l'avons vu, une suite de protocoles est un ensemble de protocoles qui fonctionnent ensemble pour fournir des services de communication réseau complets.
- Une suite de protocoles peut être définie par un organisme de normalisation ou développée par un constructeur.
- Les protocoles IP, HTTP et TCP font tous partie de la suite de protocoles Internet connue sous le nom de Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP).
- La suite de protocoles TCP/IP est une norme ouverte, ce qui signifie que ces protocoles peuvent être utilisés gratuitement par tous

Suites de protocoles et normes de l'industrie (suite)

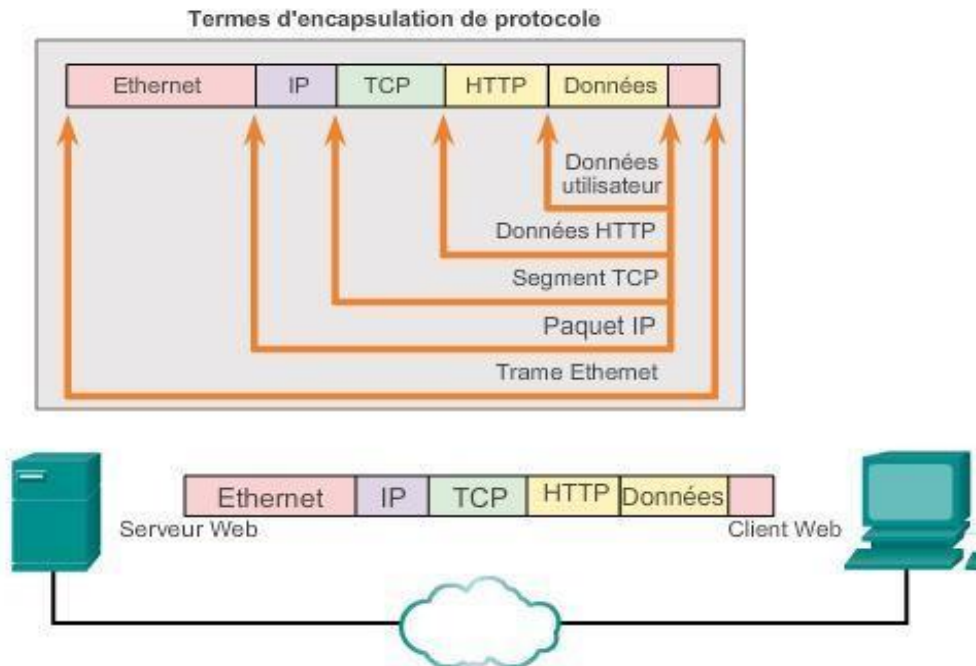
- Les protocoles basés sur des normes sont des processus validés par le secteur des réseaux ou approuvés par un organisme de normalisation.
- L'utilisation de normes dans le développement et la mise en œuvre de protocoles garantit que les produits provenant de différents fabricants fonctionnent ensemble.
- Si un fabricant spécifique n'adhère pas strictement à un protocole, son équipement ou ses logiciels risquent de ne pas communiquer correctement avec les produits des autres fabricants.

Suite de protocoles TCP/IP et processus de communication

- La suite de protocoles TCP/IP est mise en œuvre comme une pile TCP/IP à la fois sur les hôtes expéditeurs et récepteurs pour assurer l'acheminement de bout en bout des applications sur un réseau.
- Les protocoles 802.3 ou Ethernet sont utilisés pour transmettre le paquet IP sur le support physique utilisé par le réseau local.
 - La Figure présentent le processus de communication complet grâce à un exemple d'une transmission de données d'un serveur Web à un client.

Suite de protocoles TCP/IP et processus de communication(suite)

Fonctionnement des protocoles en matière d'envoi et de réception d'un message



- Chaque protocole ajoute ses propres données pour assurer la communication entre la source(serveur web) et la destination(client web)

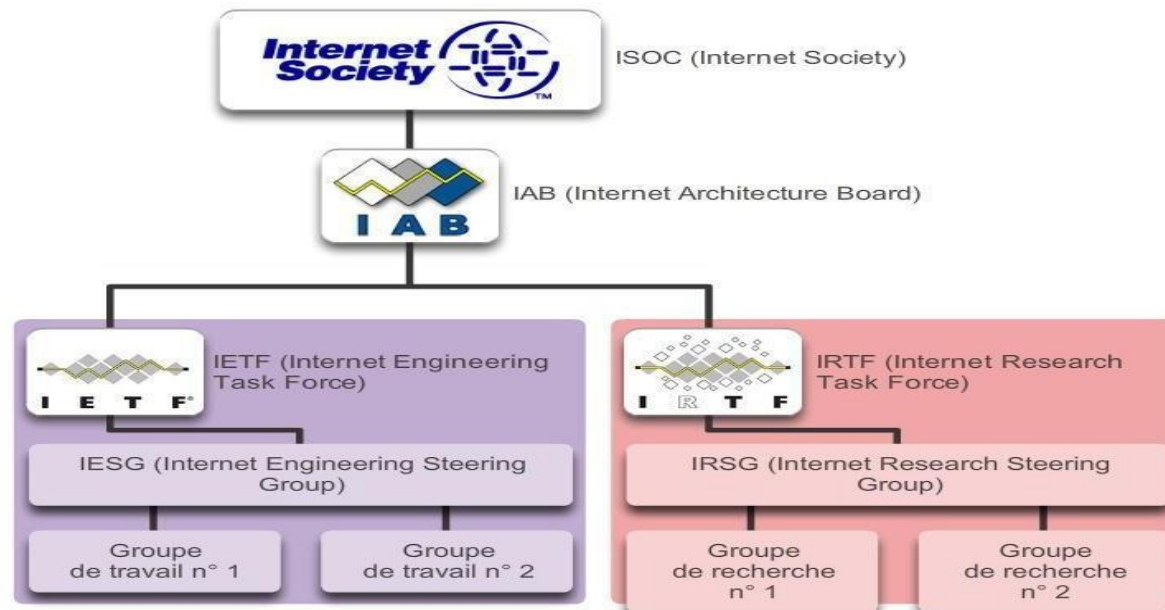
Organismes de normalisation

- Les organismes de normalisation jouent un rôle important en assurant qu'Internet reste ouvert, que ses spécifications et protocoles soient accessibles librement et puissent être mis en œuvre par tous les constructeurs.
- Les organismes de normalisation sont généralement des associations à but non lucratif qui ne sont liées à aucun constructeur. Leur objectif est de développer et de promouvoir le concept des normes ouvertes.
- les principaux organismes de normalisation :
 - Internet Society (ISOC)
 - Internet Architecture Board (IAB)
 - Internet Engineering Task Force (IETF)
 - IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
 - ISO (International Organization for Standardization)

Organismes de normalisation



ISOC, IAB et IETF



- L'ISOC (Internet Society) est chargée de promouvoir le développement, l'évolution et l'utilisation ouverts d'Internet dans le monde entier.
- L'IAB (Internet Architecture Board) s'occupe de la gestion et du développement généraux des normes Internet
- La mission de l'IETF est de développer, de mettre à jour et d'assurer la maintenance d'Internet et les technologies TCP/IP
- L'IRTF (Internet Research Task Force) se concentre sur la recherche à long terme liée à Internet et aux protocoles TCP/IP

IEEE

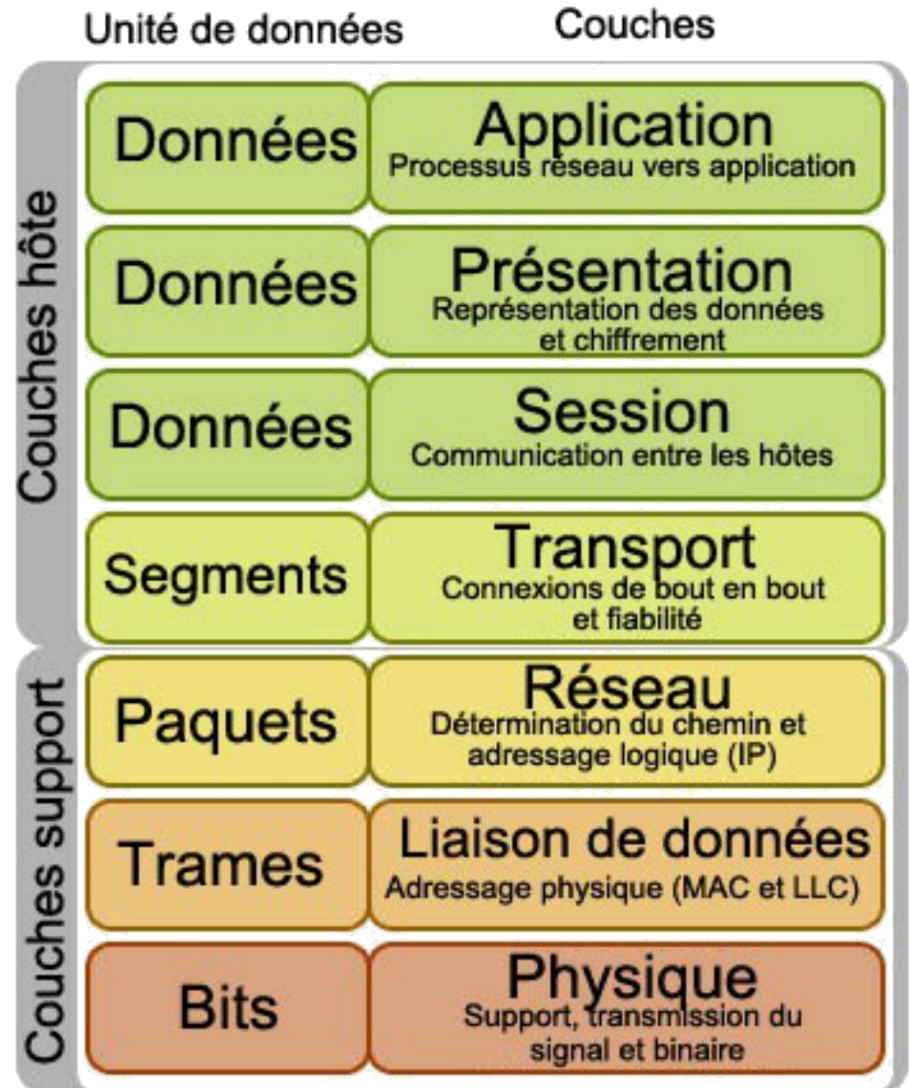
L'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) est un organisme de normalisation majeur sur le plan international. Il crée et gère des normes affectant un grand nombre de secteurs, notamment les télécommunications et les réseaux.

- Les normes 802 de l'IEEE traitent des réseaux locaux et des réseaux métropolitains, y compris les réseaux filaires et sans fil.
 - IEEE 802.3: correspond à la norme Ethernet
 - IEEE 802.11: correspond à la norme des WLAN (Wi-fi)

ISO



Modèle OSI



Le modèle OSI

Le fonctionnement des couches OSI (exemple : envoi d'un mail)

- **Couche applicative**

La couche applicative fait office d'interface pour vous donner accès aux services, qui vous permettent notamment de transférer des fichiers, de rédiger un mail, d'établir une session à distance, de visualiser une page web...

- **Couche présentation**

Formater votre mail pour une bonne présentation. Elle s'occupe de la sémantique, de la syntaxe, du cryptage/décryptage, bref, de tout aspect « visuel » de l'information.

Le modèle OSI

- **Couche session**

Une fois que vous êtes prêt(e) à envoyer le mail, il faut établir une session entre les applications qui doivent communiquer. La couche session du modèle OSI vous permet principalement d'ouvrir une session et de la gérer.

- **Couche transport**

La couche transport se charge de **préparer** le mail à l'envoi. Ce sont les quatre dernières couches (transport, réseau, liaison de données et physique) qui toutes ensemble réalisent le transport des données.

La couche de transport divise les données en plusieurs segments (ou séquences) et les réunit dans la couche transport de l'hôte récepteur.

Cette couche permet de choisir, en fonction des contraintes de communication, la meilleure façon d'envoyer une information. « Devrai-je m'assurer que la transmission a réussi, ou devrai-je juste l'envoyer et espérer que tout se passe bien ?

Quel port devrai-je utiliser ? »

Le modèle OSI

- **Couche réseau**

Maintenant que nous savons quel numéro de port utiliser, il faut aussi préciser l'adresse IP du récepteur. La couche réseau se charge du routage des données du point A au point B et de l'adressage. Ici aussi, l'en-tête subit une modification. Il comprend désormais l'en-tête ajouté par la couche de transport, l'adresse IP source et l'adresse IP du destinataire. Se fait également dans cette couche le choix du mode de transport (mode connecté ou non connecté). Le protocole le plus utilisé à ce niveau est bien sûr le protocole IP.

- **Couche liaison**

Il reste maintenant à établir une liaison « physique » entre les deux hôtes. Là où la couche réseau effectue une liaison logique, la couche de liaison effectue une liaison de données physique. En fait, elle transforme la couche physique en une liaison, en assurant dans certains cas la correction d'erreurs qui peuvent survenir dans la couche physique. Elle fragmente les données en plusieurs trames, qui sont envoyées une par une dans un réseau local. Par conséquent, elle doit gérer l'acquittement des trames.

Le modèle OSI

- **la couche physique**

Notre mail est en cours de transport, mettons-le sur le média. La couche physique reçoit les trames de la couche de liaison de données et les « convertit » en une succession de bits qui sont ensuite mis sur le média pour l'envoi. Cette couche se charge donc de la transmission des signaux électriques ou optiques entre les hôtes en communication. On y trouve des services tels que la détection de collisions, le *multiplexing*, la modulation, le *circuit switching*, etc.

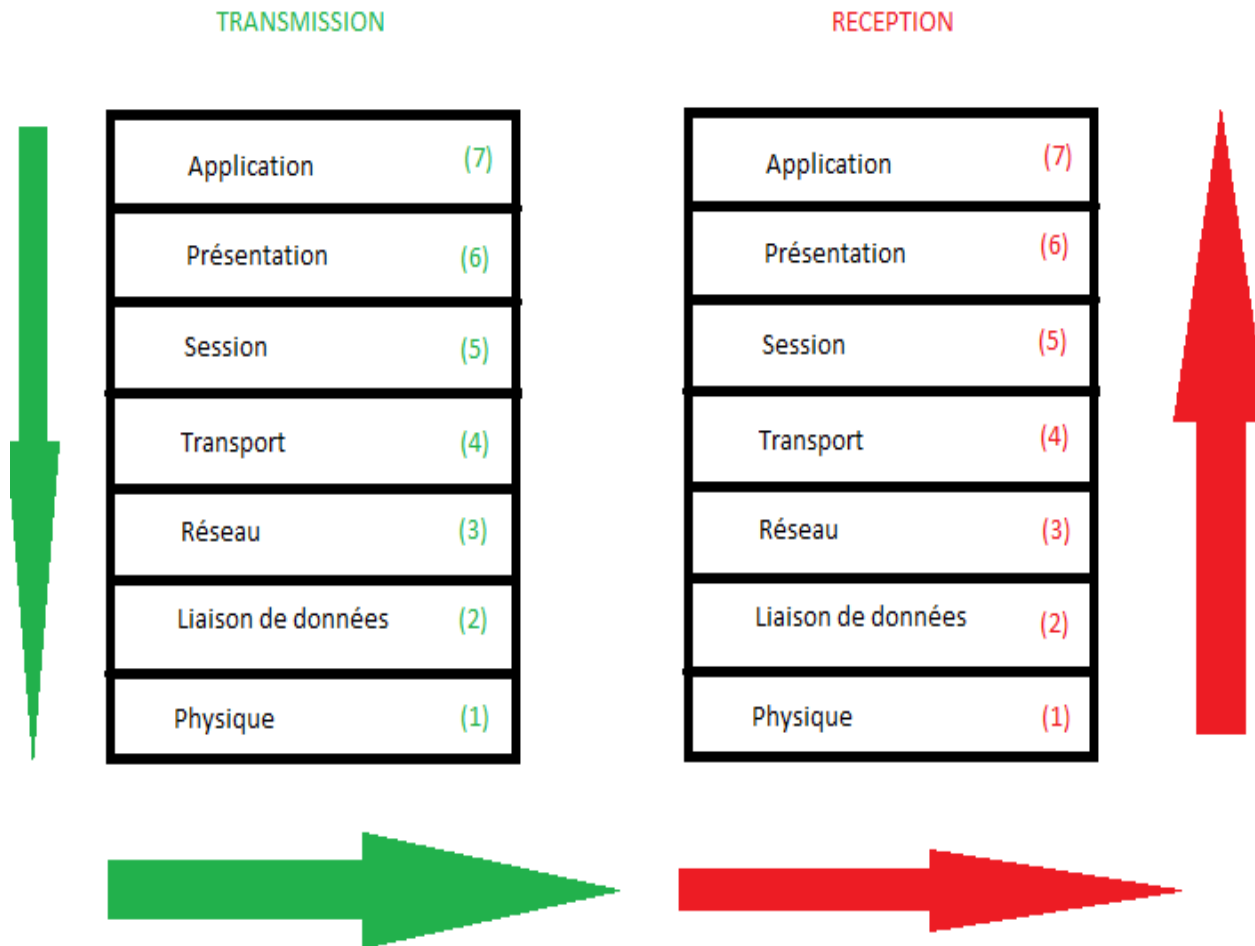
Le modèle OSI

Le fonctionnement des couches OSI(Résumé)

Position dans le modèle OSI	Nom de la couche	Rôle de la couche
7	Application	Point de contact avec les services réseaux.
6	Présentation	Elle s'occupe de tout aspect lié à la présentation des données : format, cryptage, encodage, etc.
5	Session	Responsable de l'initialisation de la session, de sa gestion et de sa fermeture.
4	Transport	Choix du protocole de transmission et préparation de l'envoi des données. Elle spécifie le numéro de port utilisé par l'application émettrice ainsi que le numéro de port de l'application réceptrice. Elle fragmente les données en plusieurs séquences (ou segments).
3	Réseau	Connexion logique entre les hôtes. Elle traite de tout ce qui concerne l'identification et le routage dans le réseau.
2	Liaison de données	Établissement d'une liaison physique entre les hôtes. Fragmente les données en plusieurs trames.
1	Physique	Conversion des trames en bits et transmission physique des données sur le média.

Le modèle OSI

L'encapsulation – désencapsulation

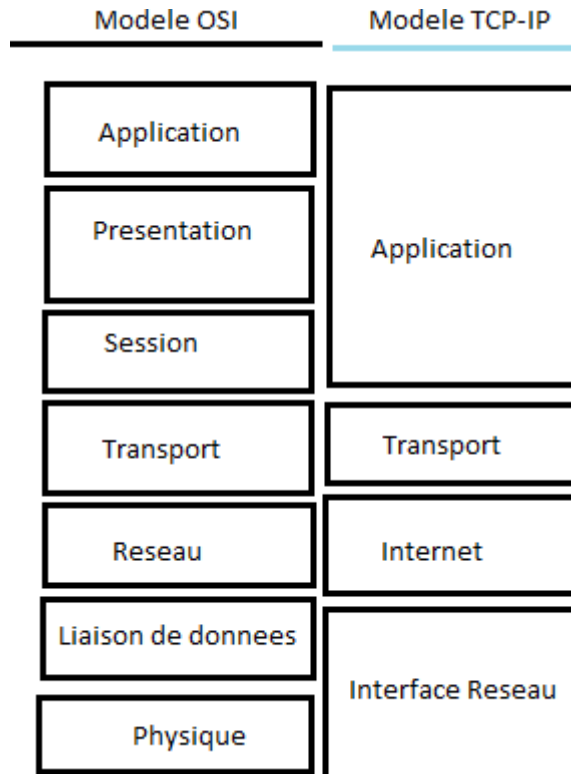


Le modèle OSI

L'encapsulation – désencapsulation

- Lors de l'émission d'une donnée, chaque couche ajoute au message des informations spécifiques, appelées aussi "en-tête" (par exemple type de la requête pour HTTP, adresses pour IP) avant de le transmettre à la couche inférieure. C'est le principe **d'encapsulation**.
- Lors de la réception, chaque couche analyse l'en-tête spécifique correspondant à son protocole, fait le traitement approprié et envoie le contenu du message (sans l'en-tête) à la couche supérieure. C'est le principe de **désencapsulation**.

les deux modèles TCP/IP – OSI



Le modèle TCP/IP n'est constitué que de quatre couches. Ce sont des couches d'abstraction, autrement dit des couches qui cachent les détails d'implémentation de la communication et leurs noms ne reflètent pas mot pour mot les fonctions qu'elles assurent. Le modèle OSI, quant à lui, est fièrement constitué de sept couches. Les trois premières couches du modèle OSI correspondent à la couche applicative du modèle TCP/IP.

Les modèles de référence

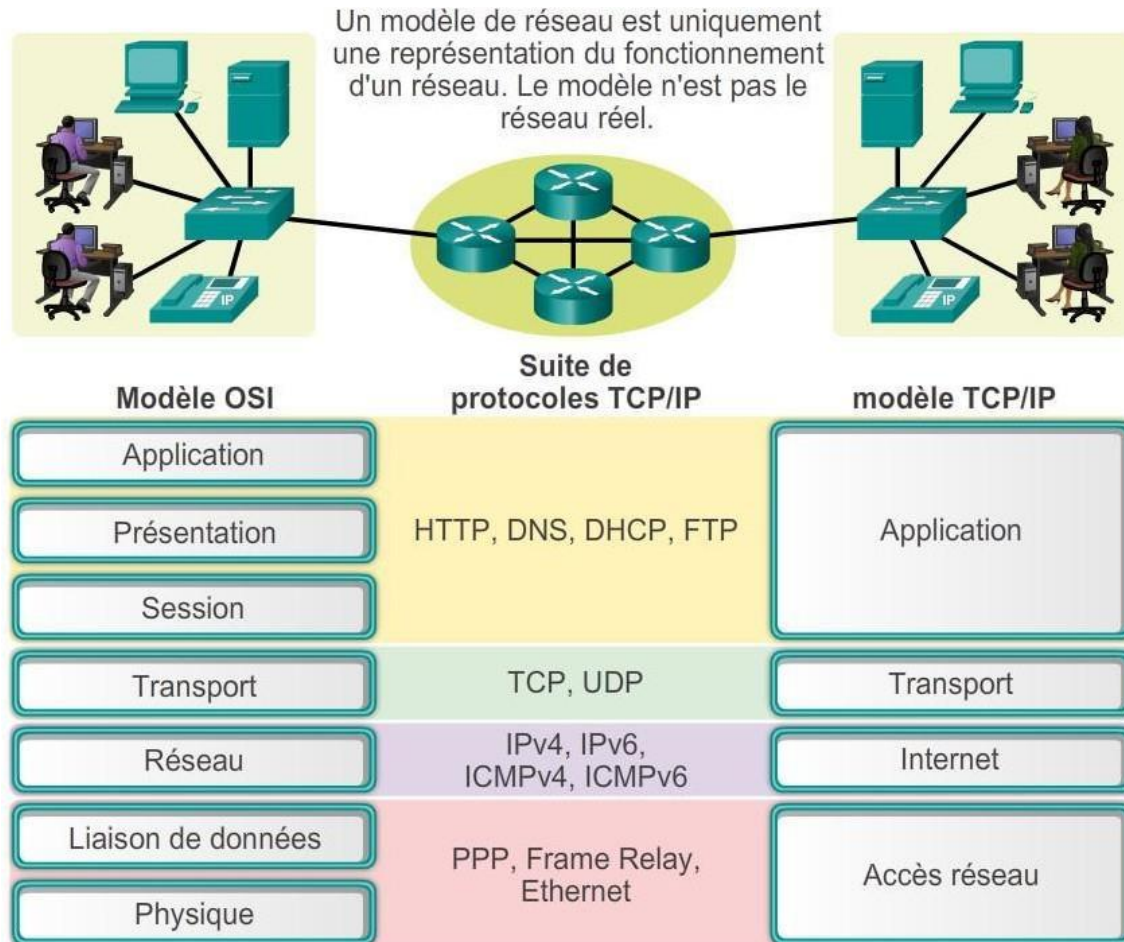
Avantages de l'utilisation d'un modèle composé de couches

- On utilise souvent un modèle sous forme de couches, tel que le modèle TCP/IP, pour illustrer le fonctionnement des protocoles intervenant dans chaque couche, ainsi que leur interaction avec les couches supérieures et inférieures.
- L'utilisation d'un modèle en couches dans un réseau présente plusieurs avantages
 - Rend la conception d'un nouveau protocole simple, car les spécifications relatives au protocole sont déjà indiquées par la couche où il se trouve
 - Favorise la concurrence car les produits des différents fournisseurs peuvent fonctionner ensemble
 - Il permet d'éviter que des changements technologiques ou fonctionnels dans une couche ne se répercutent sur d'autres couches, supérieures et inférieures.
 - Il fournit un langage commun pour décrire les fonctions et les fonctionnalités réseau.

Avantages de l'utilisation d'un modèle composé de couches(2)

- Il existe deux types de modèles de réseau de base :
- **Le modèle de protocole**, qui respecte la structure d'une suite de protocoles donnée. L'ensemble hiérarchique des protocoles dans une suite représente généralement toutes les fonctionnalités requises au bon fonctionnement du réseau.
 - Le modèle TCP/IP est un modèle de protocole, car il décrit les fonctions qui interviennent à chaque couche au sein de la suite TCP/IP.
- **Le modèle de référence** décrit les opérations à effectuer à chaque couche, mais n'indique pas leur mise en œuvre.
- Un modèle de référence n'est pas destiné à être une spécification d'implémentation, ni à fournir un niveau de détail suffisant pour définir précisément les services de l'architecture réseau.
 - Le modèle OSI (Open System Interconnection) est le modèle de référence interréseau le plus connu. Il est utilisé pour la conception de réseaux de données.

Avantages de l'utilisation d'un modèle composé de couches



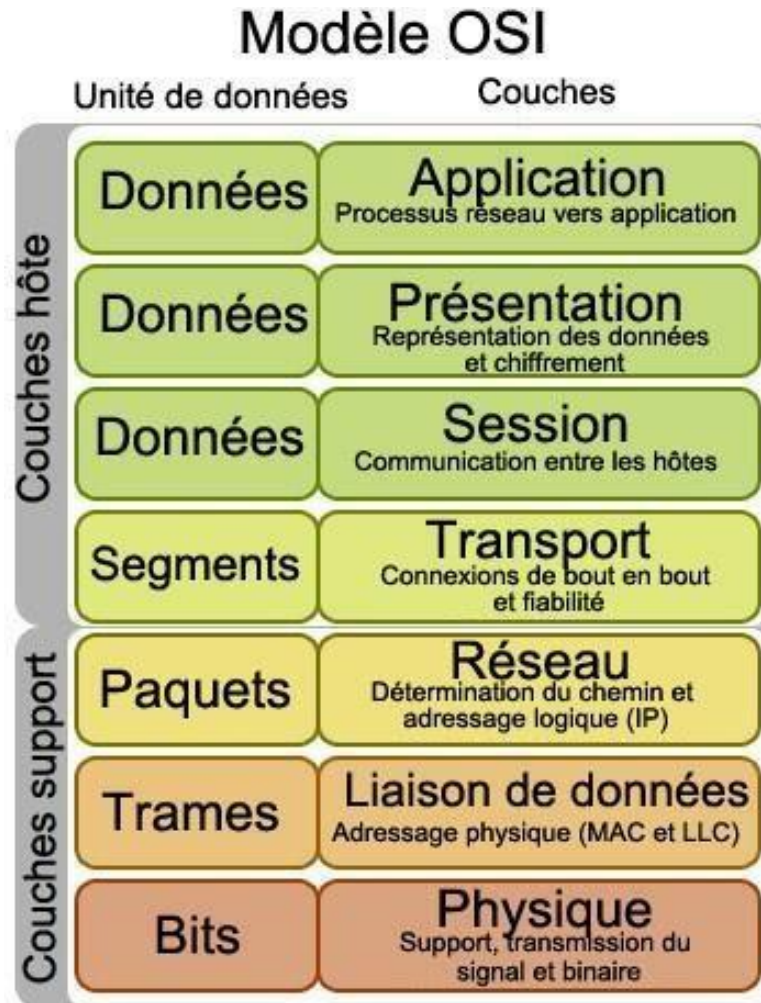
Le modèle de référence OSI

- À l'origine, le modèle OSI a été conçu par l'organisation ISO pour fournir un cadre de suite de protocoles système ouverts indépendants de tout système propriétaire
- Le modèle OSI est basé sur 7 couches qui sont:
 - **Couche 1(couche physique)**:Les protocoles de la couche physique décrivent les moyens mécaniques, électriques, fonctionnels et méthodologiques permettant d'activer, de gérer et de désactiver des connexions physiques pour la transmission de bits vers et depuis un périphérique réseau.
 - **Couche 2(couche liaison de données)**:Les protocoles de couche liaison de données décrivent des méthodes d'échange de trames de données entre des périphériques sur un support commun.
 - **Couche 3(couche réseau)**:La couche réseau fournit des services permettant d'échanger des paquets de données sur le réseau entre des périphériques finaux identifiés.

Le modèle de référence OSI

- **La couche 4 (la couche transport)**: La couche transport définit des services pour segmenter, transférer et réassembler les données de communications individuelles entre les périphériques finaux.
- **La couche 5 (la couche session)**: La couche session fournit des services à la couche présentation pour organiser son dialogue et gérer l'échange de données.
- **La couche 6 (la couche présentation)**: La couche présentation fournit une représentation commune des données transférées entre des services de couche application.
- **La couche 7 (la couche application)** permet d'obtenir une connectivité de bout en bout entre des individus du réseau humain à l'aide de réseaux de données.

Le modèle de référence OSI



Déplacement et acheminement des données sur le réseau

Segmentation et multiplexage

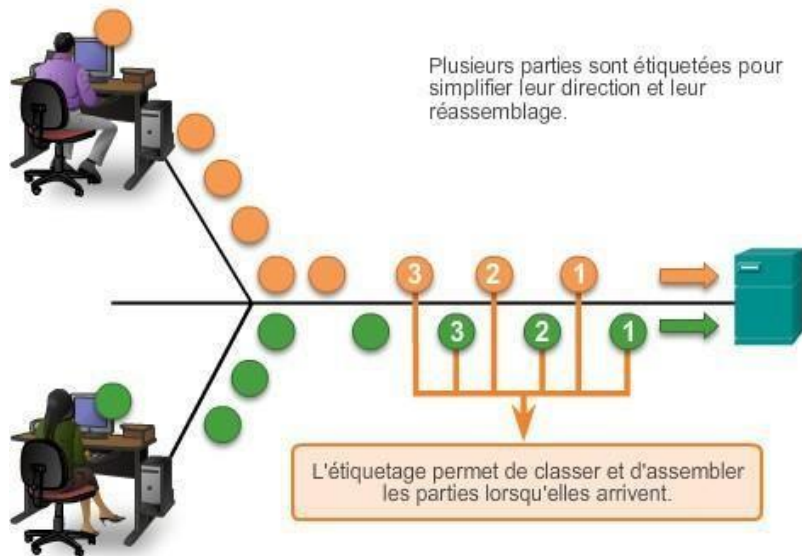
Problématique:

- une vidéo ou un e-mail pourrait être transmise à travers un réseau depuis une source vers une destination sous la forme d'un flux continu et volumineux de bits. Mais si des messages étaient réellement transmis de cette manière, alors aucun autre périphérique ne serait en mesure d'envoyer ou de recevoir des messages sur ce même réseau pendant le transfert de ces données.
- Ces flux de données volumineux entraîneraient des retards. En plus, si un lien dans l'infrastructure du réseau interconnecté échouait durant la transmission, la totalité du message serait perdue et devrait être retransmise dans son intégralité.

Segmentation et multiplexage

- Il existe une meilleure approche, qui consiste à diviser les données en parties de taille moins importante et plus facilement gérables pour les envoyer sur le réseau. Cette division du flux de données en parties plus petites est appelée segmentation. La segmentation des messages présente deux avantages principaux :
 - Possibilité de transporter plusieurs conversations différentes sur le même réseau, ce principe est appelé multiplexage
 - Communications réseau plus fiables : chaque partie du message emprunte un chemin différent et si une erreur de transmission survient, seuls les parties du message concernées seront retransmises
- Par contre, cette approche (segmentation et multiplexage) est plus complexe à mettre en œuvre car chaque partie du message doit être traitée individuellement (adressage, routage...)

Segmentation et multiplexage

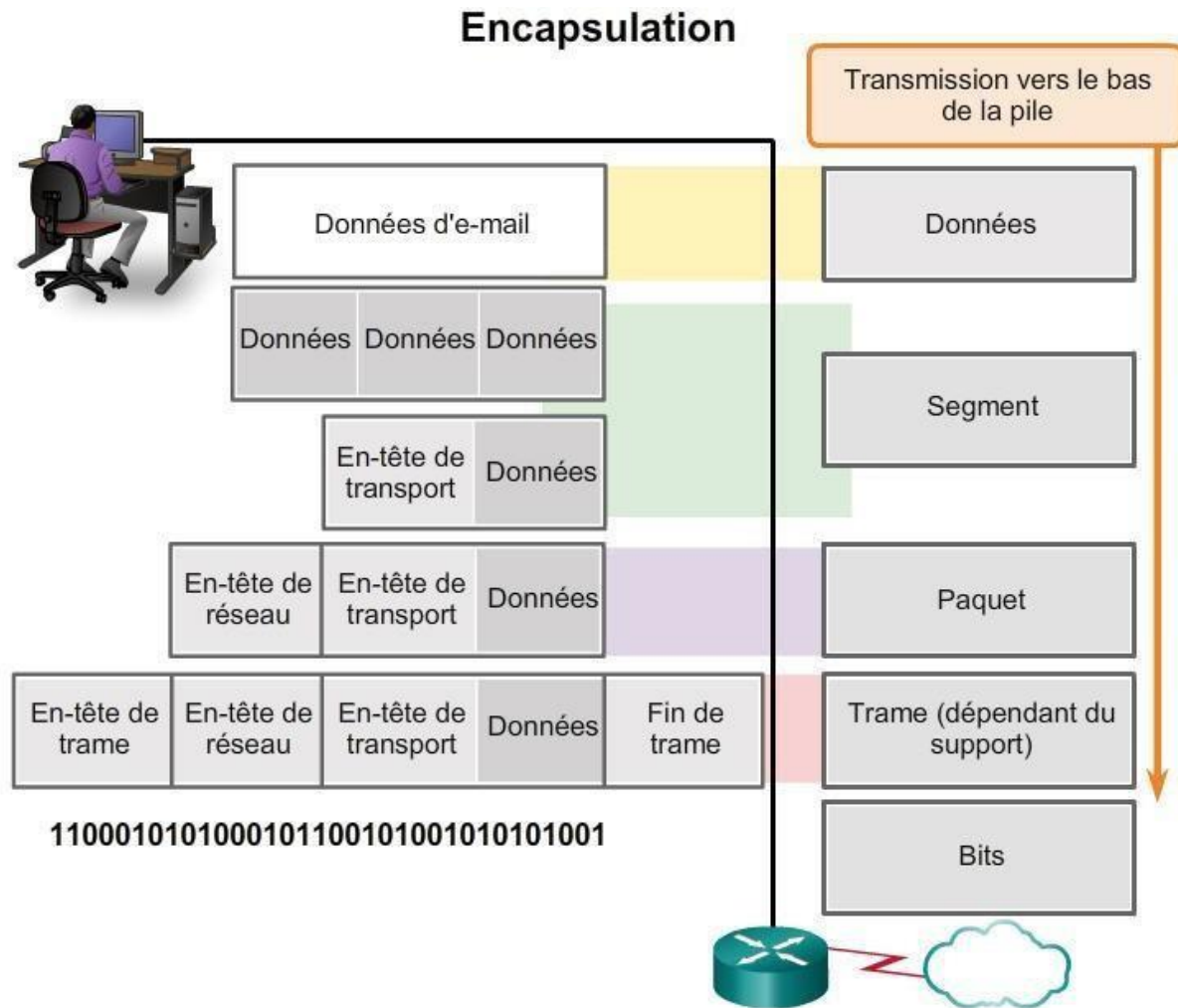


- Dans les communications réseau, chaque partie du message doit suivre un processus similaire permettant de s'assurer qu'elle arrive à la bonne destination et qu'elle peut être réassemblée pour former le contenu du message d'origine, comme le montre la Figure ci-contre.

Encapsulation

- Lorsque les données d'application descendent la pile de protocoles en vue de leur transmission sur le support réseau, différents protocoles ajoutent des informations à chaque niveau. C'est ce qu'on appelle l'encapsulation.
- La forme que prend une donnée sur n'importe quelle couche est appelée unité de données de protocole (Protocol Data Unit PDU).
- Au cours de l'encapsulation, chaque couche encapsule l'unité de données de protocole qu'elle reçoit de la couche supérieure.
- À chaque étape du processus, une unité de données de protocole possède un nom différent qui reflète ses nouvelles fonctions comme illustré dans la figure

Encapsulation

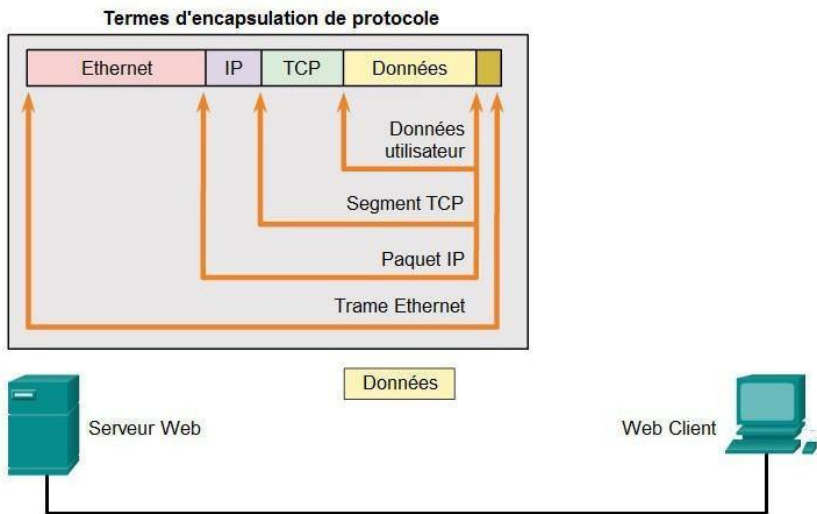


Encapsulation

- **Données**: terme générique attribué à l'unité de données de protocole utilisée à la couche application
- **Segment**: unité de données de protocole de la couche transport
- **Paquet**: unité de données de protocole de la couche réseau
- **Trame**: unité de données de protocole de la couche liaison de données
- **Bits**: unité de données de protocole de la couche physique utilisée lors de la transmission physique des données via le support

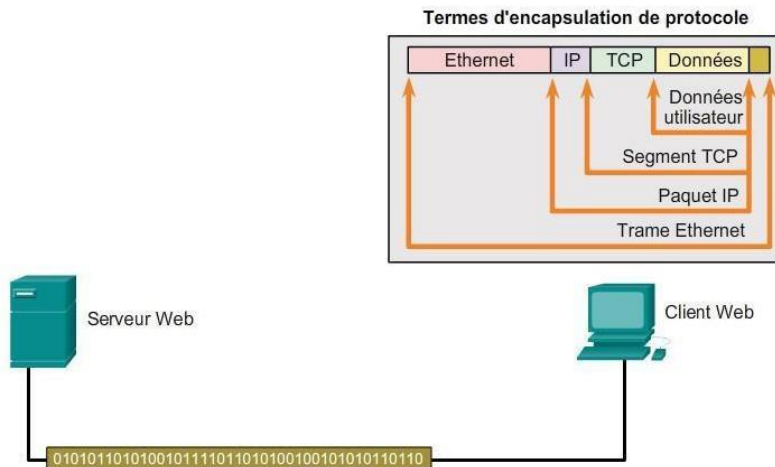
Encapsulation

- L'encapsulation de données est le processus qui ajoute aux données des informations d'en-tête de protocole supplémentaires avant leur transmission.
- les données d'origine sont encapsulées (ou enveloppées) dans plusieurs protocoles avant d'être transmises.



Désencapsulation

- La désencapsulation est le processus utilisé par un périphérique récepteur pour supprimer un ou plusieurs des en-têtes de protocole.
- Les données sont désencapsulées au fur et à mesure qu'elles se déplacent vers la partie supérieure de la pile et l'application d'utilisateur final.



Adresses réseau et adresses de liaison de données

La couche réseau et la couche liaison de données sont chargées de transmettre les données du périphérique source au périphérique de destination. Les protocoles de ces deux couches contiennent les adresses source et de destination.

Adresse réseau: l'adresse logique (couche 3) contient les informations nécessaires à l'acheminement du paquet IP du périphérique source au périphérique de destination. Une adresse IP de couche 3 se compose de deux parties, la partie réseau (identifier le réseau) et la partie hôte (identifier la machine dans le réseau). Un paquet IP contient deux adresses IP :

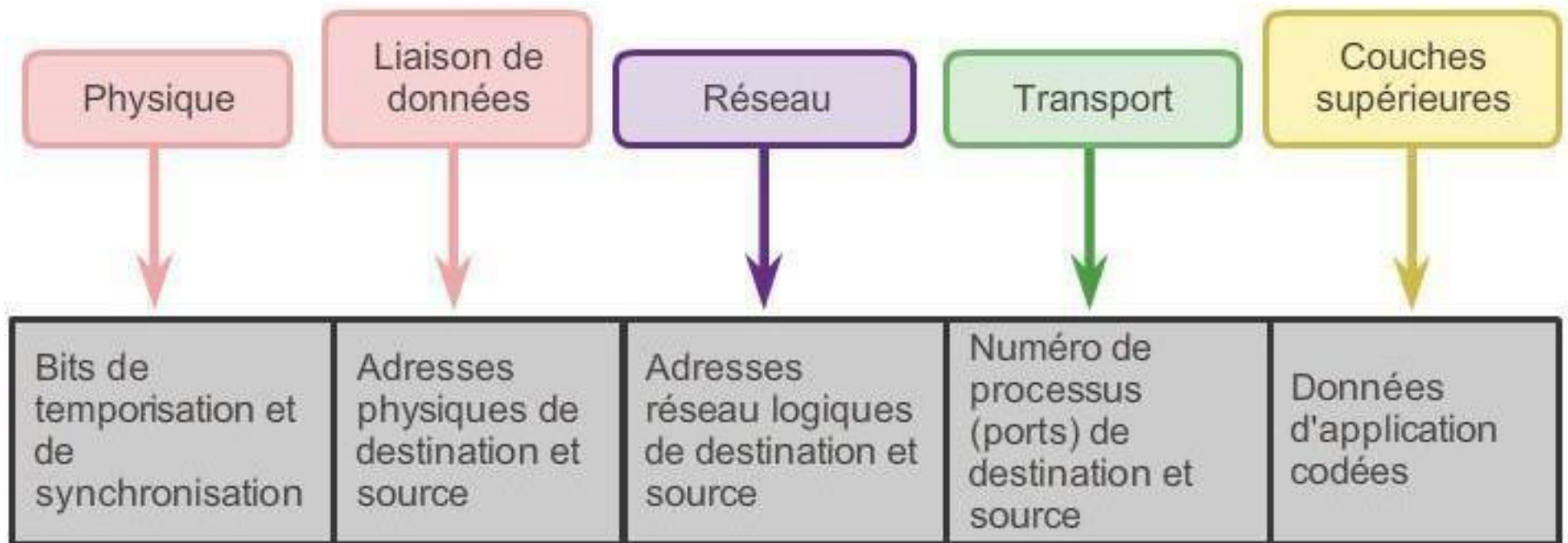
- **Adresse IP source**: il s'agit de l'adresse IP du périphérique expéditeur.
- **Adresse IP de destination**: elle correspond à l'adresse IP du périphérique récepteur. L'adresse IP de destination est utilisée par les routeurs pour transférer un paquet vers sa destination.

Adresse de liaison de données: L'objectif de l'adresse de liaison de données (adresse physique) est de transmettre la trame liaison de données d'une interface réseau à une autre, sur un même réseau.

Le paquet IP est encapsulé dans une trame de liaison de données à remettre au réseau de destination. Les adresses de liaison de données source et de destination sont alors ajoutées.

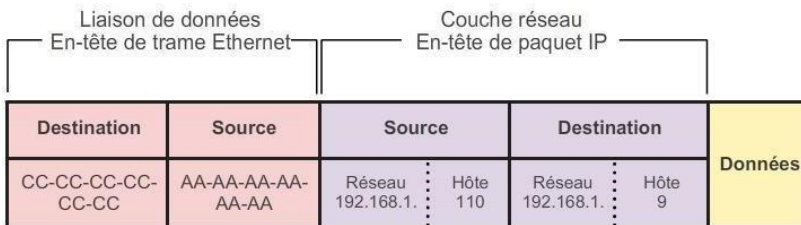
- **Adresse de liaison de données source**: adresse physique du périphérique qui envoie le paquet. Initialement, c'est la carte réseau qui est la source du paquet IP.
- **Adresse de liaison de données de destination**: adresse physique de l'interface réseau du routeur du tronçon suivant (passerelle) ou de l'interface réseau du périphérique de destination.

Accès aux ressources locales

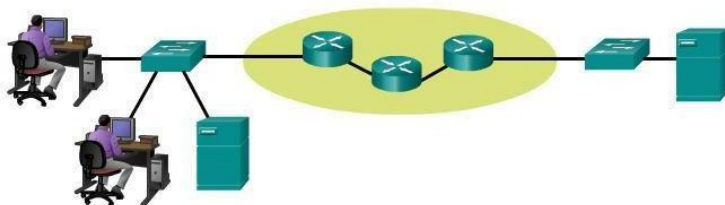


Communication avec un périphérique sur le même réseau

- Lorsque deux machines communiquent sur le même réseau
La partie réseau de leur adresse IP est la même, seule la partie hôte ou périphérique de l'adresse diffère.
- Lorsque la source et la destination se trouvent sur le même réseau, la trame de liaison de données est envoyée directement à la destination. Sur un réseau Ethernet, les adresses de liaison de données sont appelées adresses MAC Ethernet. Les adresses MAC sont des adresses formées de 48 bits qui sont physiquement intégrées à la carte réseau Ethernet. L'adresse MAC est également appelée « adresse physique ».

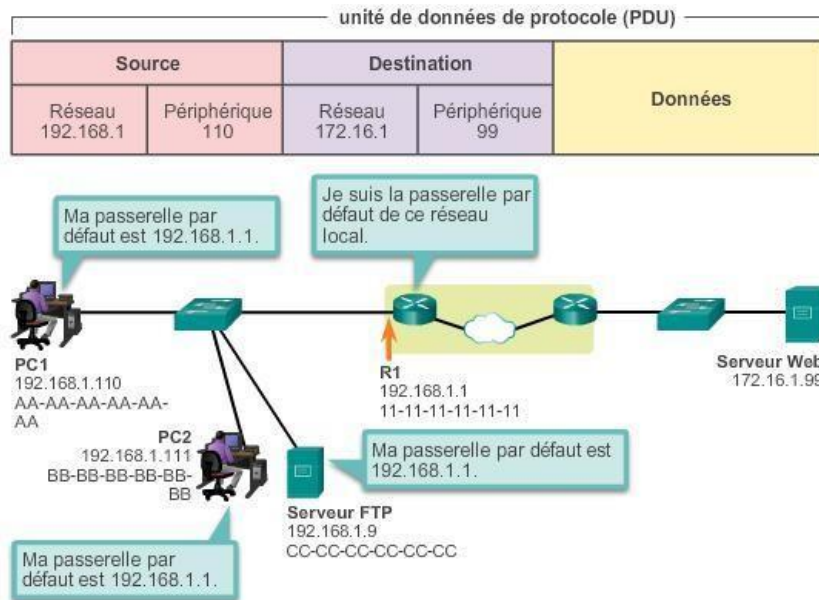


PC1
192.168.1.110
AA-AA-AA-AA-AA-AA



Serveur FTP
192.168.1.9
CC-CC-CC-CC-CC-CC

Accès aux ressources distantes: Passerelle par défaut



- Lorsqu'un hôte doit envoyer un message à un réseau distant, il doit utiliser le routeur, également appelé « passerelle par défaut ». La passerelle par défaut est l'adresse IP d'une interface d'un routeur se trouvant sur le même réseau que l'hôte source.
- Il est important que l'adresse de la passerelle par défaut soit configurée sur chaque hôte du réseau local. Si aucune adresse de passerelle par défaut n'est configurée dans les paramètres TCP/IP de l'hôte ou si une passerelle par défaut incorrecte est spécifiée, les messages adressés aux hôtes des réseaux distants ne peuvent pas être acheminés.

Communication avec un périphérique sur un réseau distant

- Adresse IP

- **Source**:adresse du périphérique source (192.168.1.110)
- **Destination**:adresse de la machine de destination(172.16.1.99)

- Adresse MAC

- **Source**:celle de la machine source
- **Destination** : il s'agit de l'adresse de la passerelle par défaut

