

Le modèle OSI

L'objectif de ce cours est de découvrir un modèle théorique **fondamental** pour comprendre le fonctionnement d'un réseau : le modèle OSI.



Un exemple

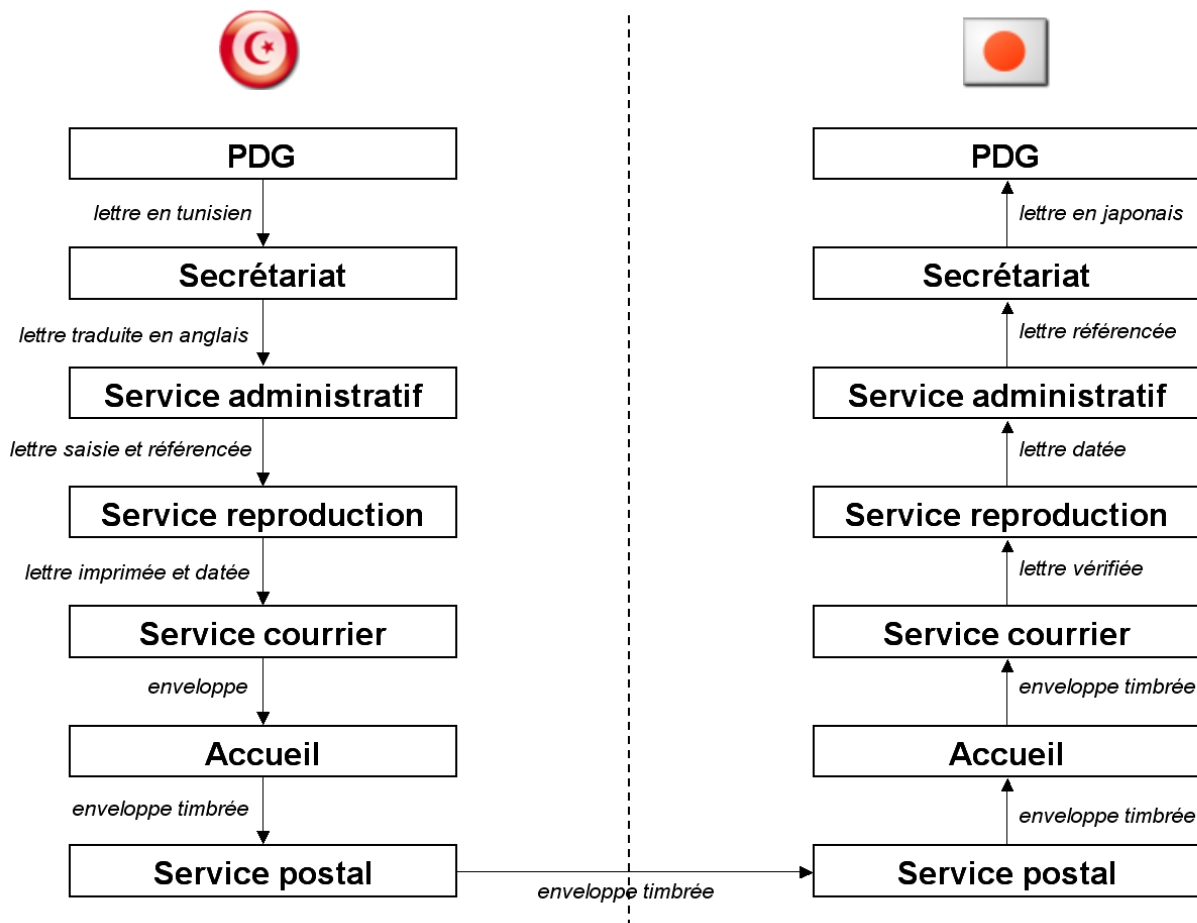
Imaginons qu'une entreprise ait deux filiales, l'une en Tunisie et l'autre au Japon. Le PDG tunisien veut écrire à son homologue japonais. Voici les étapes successives de ce processus :

1. Le **PDG** écrit sa lettre en arabe.
2. Son **secrétariat** fait la traduction en anglais, langue connue à l'échelle internationale.
3. Le **service administratif** saisit la lettre et lui donne un numéro de référence.
4. Le **service reproduction** met la lettre en forme et l'imprime. Il enregistre également sa date de départ.
5. Le **service courrier** met la lettre dans une enveloppe et y inscrit l'adresse du destinataire et celle de l'expéditeur.
6. L'enveloppe est transmise à l'**accueil** pour être timbrée en fonction de son poids et donnée au facteur lors de son prochain passage.
7. Le facteur transmet l'enveloppe au **service postal** pour acheminement de la Tunisie au Japon.
8. L'enveloppe arrive jusqu'au bureau postal japonais le plus proche de l'entreprise. Elle est remise à l'**accueil** par le facteur.
9. L'accueil vérifie l'état de l'enveloppe puis la transmet l'enveloppe reçue au **service courrier**.
10. Celui-ci vérifie qu'il est bien le destinataire du message, ouvre l'enveloppe et transmet son contenu au **service reproduction**.
11. Le service reproduction enregistre la date d'arrivée de la lettre et renvoie un accusé de réception. Il transmet la lettre au **service administratif**.
12. Ce service enregistre la référence de la lettre et l'envoie au **secrétariat** pour traduction.
13. Le secrétariat traduit la lettre en japonais et la fait parvenir au **PDG**.
14. Ce dernier peut (enfin !) lire la lettre.

Derrière une opération apparemment simple (l'envoi d'un courrier) se cache un processus **complexe** mettant en jeu de nombreux acteurs.

Modélisation en couches

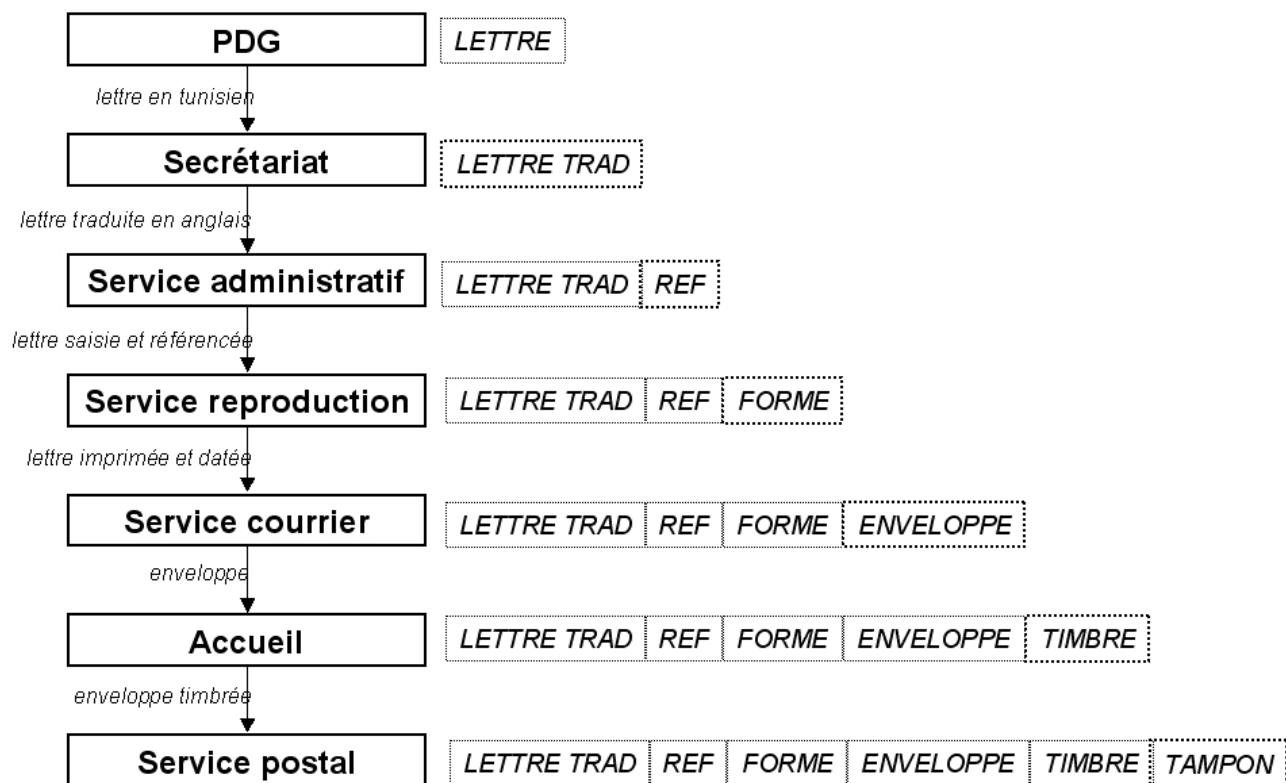
Pour faciliter son analyse, le processus d'envoi d'une lettre peut être représenté graphiquement la manière suivante.



Les acteurs de même niveau forment ce qu'on appelle une **couche**. Chacune interagit uniquement avec les couches situées immédiatement au dessus et en dessous d'elle. Par exemple, le service reproduction interagit uniquement avec les services **administratif** et **courrier**, sans jamais s'adresser directement au PDG ou au service postal.

Encapsulation des informations

Durant le parcours de la lettre, chaque acteur lui ajoute des informations avant de l'envoyer à l'acteur de la couche inférieure.



La couche Accueil a-t-elle connaissance du contenu des enveloppes qu'elle timbre ?

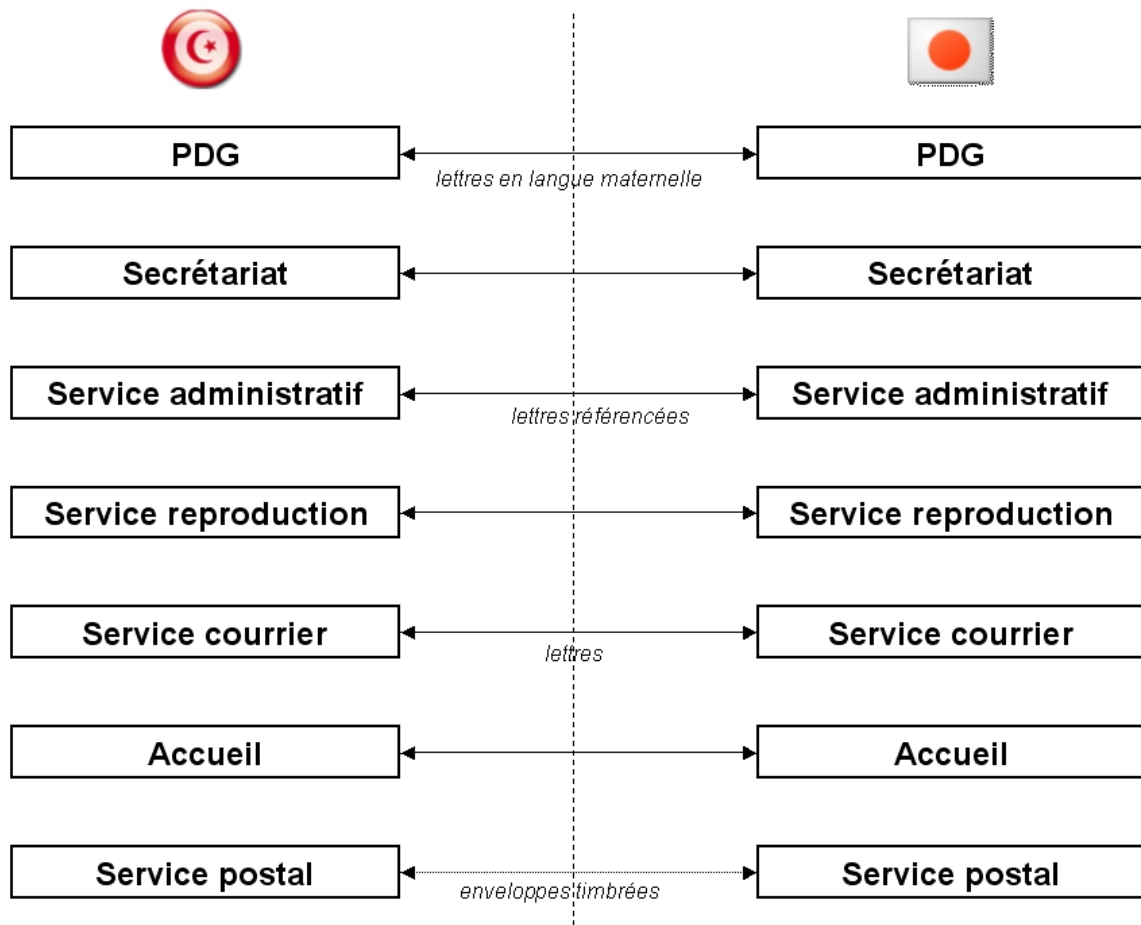
Pas du tout : elle manipule uniquement des enveloppes, sans se soucier de leur contenu.

Chaque couche reçoit des informations en provenance de la couche supérieure. Elle y ajoute ses propres données et transmet le tout à la couche inférieure. On parle d'**encapsulation** des informations par les couches. Prenons l'exemple de la couche Courrier : la lettre référencée et mise en forme est *encapsulée* dans une enveloppe. La couche inférieure (Accueil) gère l'enveloppe sans aucune connaissance de son contenu. Lors de l'arrivée d'une lettre, le service Courrier ouvre son enveloppe ("désencapsulation") et transmet son contenu à la couche Reproduction.

Echanges entre les couches

On peut également analyser l'envoi de lettres comme une série d'échanges entre acteurs situés dans la même couche.

Complétez le schéma page suivante en ajoutant les informations échangées entre acteurs d'une même couche.



Services rendus par les couches

Pour terminer l'analyse, on peut rechercher le **service** que rend chaque couche à la couche supérieure en utilisant les services des couches inférieures.

- **Couche Secrétariat** : traduire et envoyer des lettres écrites en langue maternelle.
- **Couche Administrative** : référencer et envoyer des lettres traduites.
- **Couche Reproduction** : **envoyer des lettres référencées. Vérifier qu'une lettre envoyée a bien été reçue.**
- **Couche Courrier** : envelopper et envoyer des lettres imprimées.
- **Couche Accueil** : **timbrer et envoyer des enveloppes.**
- **Couche Postale** : faire parvenir des enveloppes timbrées de l'expéditeur au destinataire.

Avantages de la modélisation en couches

Supposons que les secrétariats optent pour l'utilisation du français comme langage de traduction pour les lettres.

Décrivez les impacts sur le(s) couche(s).

Seule la couche Secrétariat évolue. C'est une modification interne et le service rendu par cette couche ne change pas.

Supposons maintenant que les lettres soient échangées par fax plutôt que par courrier.

Décrivez les impacts sur le(s) couche(s).

Seules les couches Courrier, Accueil et Postale sont concernées. Le service rendu par la couche Courrier ne change pas.

La modélisation en couches offre plusieurs avantages :

- Elle permet de **représenter clairement un processus**, ce qui améliore sa compréhension.
- Elle donne à chaque couche un **rôle** et des **responsabilités** précises.
- Elle **facilite les évolutions**. Les modifications sont isolées dans une ou plusieurs couches. Les autres couches continuent à utiliser les services des couches impactées sans avoir connaissance des changements internes.
- Elle permet d'**isoler les problèmes**.

Le modèle OSI

Le modèle OSI n'est rien d'autre que l'application aux réseaux informatiques des principes étudiés plus haut.

Un peu d'histoire

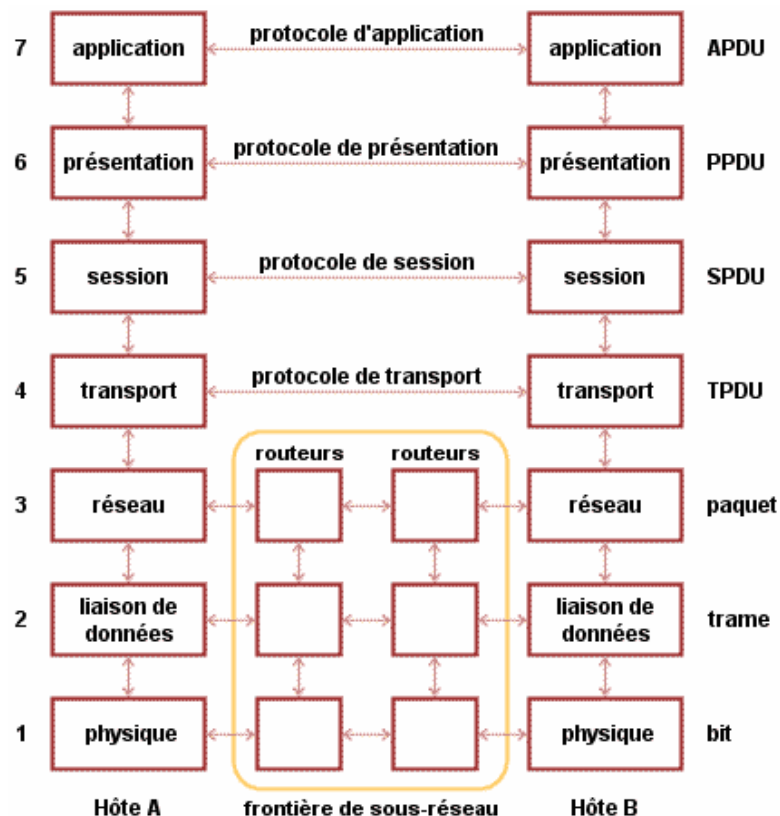
La réflexion sur une normalisation des architectures réseau a débuté pendant les années 1970. A cette époque, tous les principaux acteurs de l'industrie informatique (IBM, DEC...) proposaient leur propre architecture de réseau, basé sur des matériels et des protocoles **propriétaires**. Le manque d'accord entre les constructeurs limitait grandement les possibilités d'interconnexion.

Pour éviter la multiplication de standards incompatibles, l'ISO (*International Standards Organisation*) a développé un modèle de référence nommé modèle OSI (*Open Systems Interconnection*). Son objectif était de faciliter la création de systèmes ouverts et interopérables.

Présentation du modèle

Le modèle OSI décompose un réseau sous la forme d'un ensemble de **7** couches.

- Chaque couche joue un **rôle** précis (conversion, routage...).
- Chaque couche communique uniquement avec les couches situées juste au dessus et en dessous d'elle. Elle **fournit** des services à la couche supérieure sous la forme d'interfaces et **utilise** les services de la couche inférieure.
- Chaque couche **encapsule** les données provenant de la couche supérieure en y ajoutant ses propres informations avant de le passer à la couche inférieure (et opération inverse dans l'autre sens).
- Deux acteurs d'une même couche dialoguent en utilisant des **protocoles**.



Outre les couches, le modèle OSI s'appuie sur trois notions essentielles :

- Les **services**.
- Les **interfaces**.
- Les **protocoles**.

Un service est une description de fonctionnalités offertes par une couche. Il est défini à l'aide de primitives (commandes ou événements). Exemples de primitives possibles : CONNECT (ouvre une connexion distante), SEND (envoi de données)... L'ensemble des primitives forme l'**interface** de la couche. Une interface ("point d'accès au service") est le moyen concret d'utiliser le service.

On distingue les services **avec connexion** des services **sans connexion**.

- Exemple de service avec connexion : le système téléphonique fixe. Avant que la conversation puisse avoir lieu, une connexion est établie de bout en bout, utilisée puis libérée. On parle de circuit virtuel à travers le réseau.
- Exemple de service sans connexion : le système postal. Chaque lettre est routée de manière indépendante, sans toujours suivre le même chemin sur le réseau. En fonction des retards sur le réseau

Un service peut également offrir une **qualité de service** (QoS). Certains services (par exemple, le transfert de fichiers) doivent garantir qu'aucun bit ne sera perdu durant l'échange. On les qualifie de **fiables**. Cette garantie est souvent obtenue par l'**acquiescement** des données reçues (envoi d'un accusé de réception). L'acquiescement se traduit par l'envoi de données supplémentaires, ce qui augmente le trafic réseau et réduit la vitesse de l'échange.

D'autres services (par exemple, la transmission audio ou vidéo) favorisent une rapidité maximale et tolèrent la perte de quelques informations durant l'échange. Ils sont qualifiés de **non fiables**. Les données échangées par un service non fiable sont souvent appelées des datagrammes.

Enfin, un protocole est un ensemble de messages et de règles d'échanges réalisant un service. Il définit la manière dont les données s'échangent entre deux acteurs appartenant à la même couche. Chaque protocole réseau (TCP, Ethernet, HTTP...) s'intègre dans l'une des 7 couches du modèle OSI.

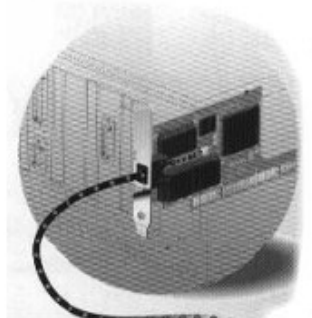
Description des couches

On sépare généralement les couches en trois catégories :

- Les couches 1 à 3 sont les couches basses, orientées transmission.
- La couche 4 est une couche intermédiaire.
- Les couches 5 à 7 sont les couches hautes, orientées traitement.

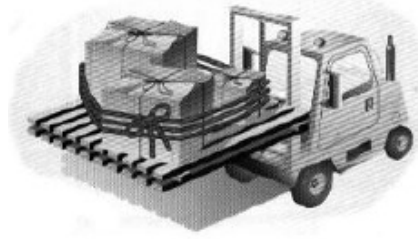
La couche physique

C'est la couche la plus basse du modèle. Son rôle est de transmettre des bits d'information entre deux entités. Elle gère les signaux qui permettent la transmission des données en fonction du support (câble coaxial, paire torsadée, ondes radio...). L'unité d'échange de la couche 1 est le **bit**.



La couche liaison (de données)

Cette couche définit les règles d'émission et de réception des données à travers la connexion physique de deux systèmes. Son rôle est de **fiabiliser** les échanges de bits effectués par la couche physique. En ajoutant au message transmis des bits de redondance ou de contrôle, elle permet la détection et parfois la correction des erreurs de transmission. L'unité d'échange de la couche 2 est la **trame**.



Exemples de protocoles appartenant à la couche liaison : Ethernet, HDLC...

La couche réseau

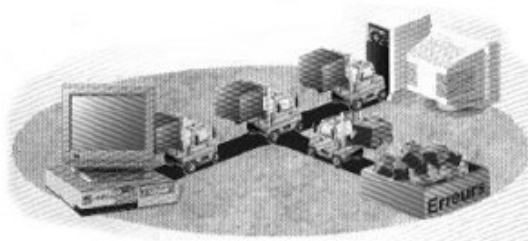
Elle gère l'acheminement des données et offre des services d'**adressage logique** (différent de l'adressage physique des machines) et de **routage**. Si un noeud du réseau est surchargé ou hors-service, les données seront alors routées par un autre noeud. L'unité d'échange de la couche 3 est le **paquet**.



Exemples de protocoles appartenant à la couche réseau : IP, X25...

La couche transport

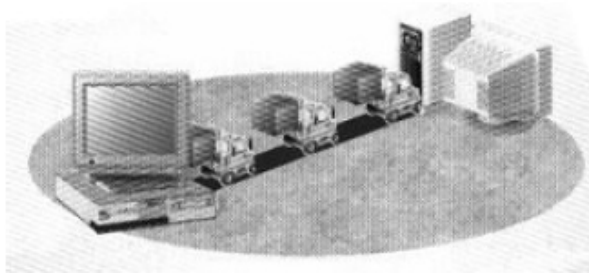
Cette couche fournit un service de transport de bout en bout **transparent** pour l'utilisateur, même si plusieurs réseaux de nature différente sont empruntés. Elle offre également des options de gestion de la QoS (acquiescement, priorités...). Cette couche découpe les données à transmettre en paquets et réassemble les paquets reçus.



Exemples de protocoles appartenant à la couche transport : TCP, UDP, NetBios...

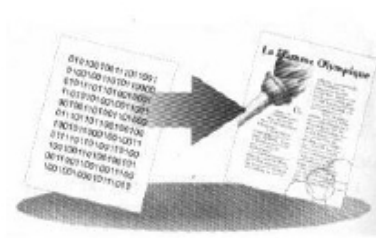
La couche session

Elle permet l'ouverture et la fermeture d'une session de travail entre deux systèmes distants. Elle permet d'assurer la synchronisation de l'échange.



La couche présentation

Elle permet de transcrire les données dans un **format** compréhensible par les deux systèmes : formatage, codage, compression, cryptage...



La couche application

Le rôle de cette couche est de fournir aux applications des **services réseau** directement utilisables. Exemples :

- Transfert de fichiers (FTP).
- Navigation hypertexte (HTTP).
- Courrier électronique (POP, IMAP, SMTP)

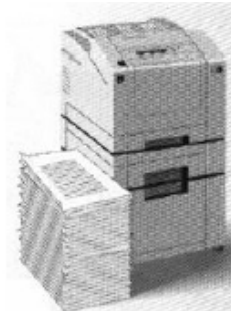
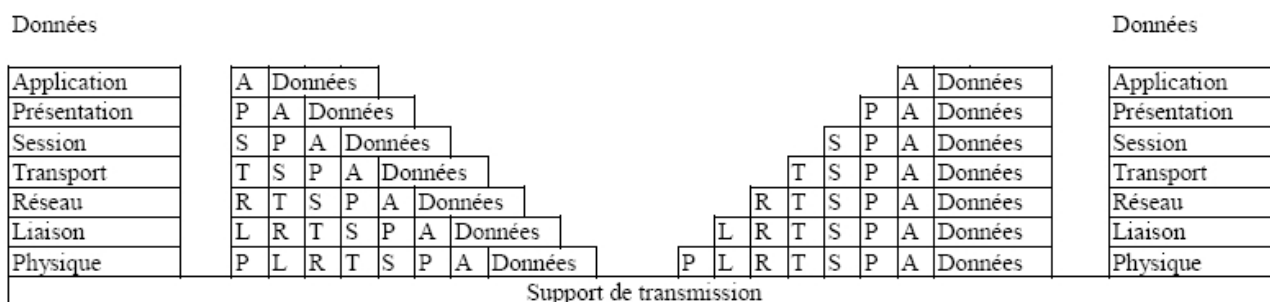


Tableau récapitulatif

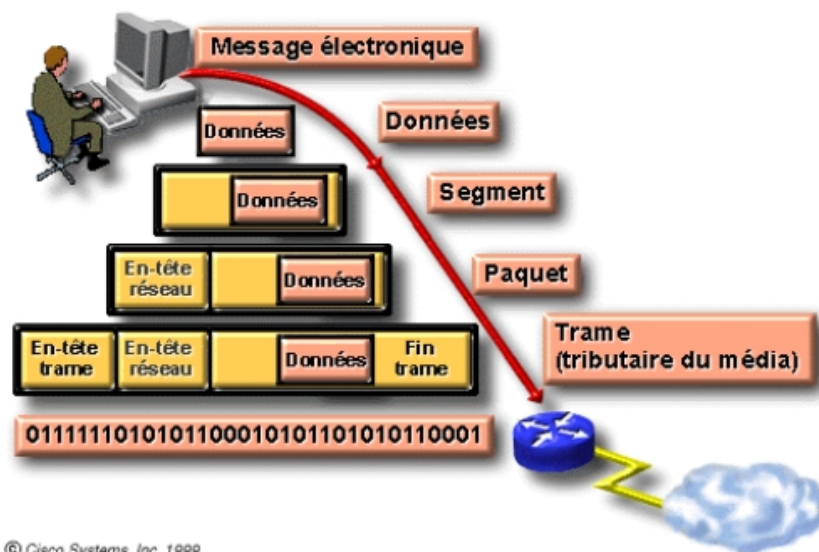
Couche	Rôle
Application	Fourniture de services réseau aux applications
Présentation	Conversion des données dans un format compréhensible
Session	Etablissement d'une session entre deux systèmes
Transport	Transfert de données de bout en bout, découpage en paquets, gestion de la QoS
Réseau	Acheminement de paquets de données (adressage logique, routage)
Liaison de données	Organisation des données en trames et transmission
Physique	Envoi et réception de séquences de bits

Encapsulation des données

Lorsque les données parcourent les couches de l'émetteur (de la couche 7 à la couche 1), elles sont enrichies de nouvelles informations ajoutées par le protocole de la couche traversée. Après leur transmission sur le support physique, elles parcourent les couches du récepteur dans l'ordre inverse (de la couche 1 à la couche 7). A chaque traversée d'une couche du destinataire, les informations ajoutées par le protocole de même niveau de l'émetteur sont enlevées et exploitées.



C'est le principe de **l'encapsulation**.



Critique du modèle OSI

Limites du modèle

Finalisé en 1984, le modèle OSI s'accompagnait d'une série de protocoles mettant en oeuvre ses principes. Cependant, la pile de protocoles **TCP/IP** était déjà largement utilisée à l'époque et s'est finalement imposée comme standard de l'Internet. La mise en place des protocoles OSI est restée confidentielle. Outre cette concurrence de TCP/IP, OSI souffrait de plusieurs défauts :

- La norme est complexe, un peu "bureaucratique" (l'OSI est une grosse organisation internationale).
- Ses protocoles sont compliqués et peu efficaces.
- Presque aucun fabricant n'a parié sur OSI.

Révisé en 1995, le modèle OSI est resté un standard uniquement **théorique**.

Utilité du modèle

Malgré ses limites, le modèle OSI reste encore aujourd'hui un outil **incontournable** pour l'étude des réseaux. Il représente la première tentative de normalisation mondiale dans ce domaine et a permis de distinguer clairement les notions de service, d'interface et de protocole. La connaissance des couches OSI permet de cerner immédiatement les capacités d'un protocole ou d'un matériel nouveau, et de le situer dans la hiérarchie du réseau (cf. tableau des protocoles).

Exemple : quelle est l'unité d'information manipulée par un matériel ou un protocole travaillant au niveau de :

- La couche 1 ? **Le bits**.
- La couche 2 ? **La trame**.
- La couche 3 ? **Le paquet**.

Les protocoles de la famille TCP/IP eux-mêmes peuvent s'intégrer dans les couches OSI.

