

CHAPITRE 1

Concepts de base des réseaux informatiques

1.1 Introduction

Dans les années 1960, nous sommes à la naissance de la micro-informatique. À cette époque, que les grandes entreprises se dotaient du matériels informatique et le seul moyen d'échanger des données d'un ordinateur à un autre était **la disquette**. Cela ne posait pas de problèmes au départ, cependant, la situation devenait très compliquée avec la croissance des tailles des entreprises et lorsqu'il s'agissait de se déplacer d'un bureau situé à un autre étage, ou dans un autre bâtiment de l'entreprise pour échanger des données.

En effet, des travaux de recherche intensifs ont été effectués et parvenus à développer un moyen de communication de poste à poste plus direct. Ces travaux ont aboutis à la naissance de ce que nous appelons communément "**carte réseau**" ou exactement "**carte d'interface réseau**". Aujourd'hui, les réseaux sont omniprésents et ils dominent notre vie quotidienne.

Dans ce premier chapitre nous allons définir les concepts fondamentaux permettant aux étudiants de se familiariser avec la notion du réseau informatique. Par la suite, nous abordons un modèle de référence normalisé d'une architecture des réseaux, le modèle OSI proposé par ISO (Organisation internationale de normalisation) en 1977 [1].

1.2 Réseau Informatique : Qu'est-ce que c'est ?

D'abord, le mot réseau désigne au sens concret «un ensemble de lignes (objets) entrelacées »les uns avec les autres. Il désigne un ensemble interconnecté, fait de composants et de leurs inter-relations, autorisant la circulation en mode continu ou discontinu des éléments. les réseaux de transport, réseaux téléphoniques et les réseaux informatiques sont des exemples des réseaux de communication discontinu.

❖ **Un réseau informatique (en anglais : data communication network (DCN)) est un ensemble d'équipements informatiques reliés entre eux par des liaisons (supports) de transmission afin d'échanger des informations.**

1.3 Domaines d'utilisation des réseaux informatiques

Le réseau informatique permet d'effectuer nombre d'opérations, notamment :

- Le partage de données entre différents utilisateurs.
- Le partage des ressources physiques telles que l'imprimante, modem, scanner...
- Le partage et l'utilisation des ressources logiques sans devoir les installer sur son propre ordinateur (ex : une seule base de données communs à plusieurs installée sur un disque partagé dans un poste du réseau.).
- Échange des données et communication directe entre personnes. ex: courrier électronique, la discussion en direct, téléconférence, etc.
- Accès à des services distants tels que la recherche d'informations grâce à internet, la communication entre les personnes distantes, etc.

1.4 Catégories de réseau informatique

Il existe plusieurs façons de catégoriser un réseau informatique. une taxonomie selon les critères de taille des réseaux, des supports de transmission, Le type de relation entre les équipements, l'organisation physique des équipements et du caractère privé ou public du réseau, est présentée ci-après :

1.4.1 Taille des réseaux

Les réseaux informatiques peuvent être catégorisés en termes d'étendue :

1. PAN (Personal Area Network) ou réseau personnel : est un petit réseau composé des équipements d'une personne comme micro-ordinateur, imprimante, smart phone, télévision, etc.
2. LAN (Local Area Network) ou réseau local : Il s'agit d'un réseau reliant un ensemble d'ordinateurs appartenant à une même organisation dans une petite aire géographique. La distance de câblage est de quelques centaines de mètres.
3. MAN (Metropolitan Area Network) : désigne un réseau composé d'ordinateurs habituellement utilisé dans les campus ou dans les villes (au maximum quelques dizaines de km). Le réseau utilise généralement des fibres optiques. Ainsi un MAN permet à deux nœuds distants de communiquer comme si ils faisaient partie d'un même réseau local (exp : Réseau de caméras IPs).
4. WAN (Wide Area Network) est un réseau informatique couvrant une grande zone géographique, typiquement à l'échelle d'un pays, d'un continent, ou de la planète entière. Le plus grand WAN est le réseau Internet.

1.4.2 Relation fonctionnelle entre les composants

Les réseaux informatiques peuvent aussi être catégorisés par des relations fonctionnelles entre les composants :

* Architecture client-serveur

L'architecture client-serveur désigne un mode de transmission d'information (souvent à travers un réseau) entre plusieurs programmes ou processus : l'un, qualifié de client, envoie des requêtes ; l'autre, qualifié de serveur, attend les requêtes des clients et y répond. La figure 1.1 montre une architecture de communication client-serveur.

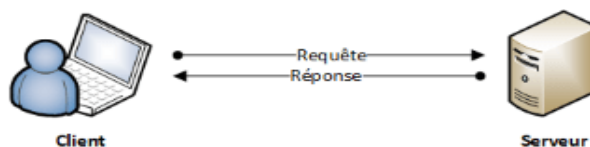


Fig. 1.1 Architecture client-serveur

* Peer-to-peer (P2P ou Poste à poste)

Contrairement au modèle client-serveur, le pair-à-pair ou système pair à pair (en anglais peer-to-peer, souvent abrégé « P2P ») est un modèle d'échange en réseau où chaque entité est à la fois client et serveur. dans un tel modèle chaque entité du réseau est libre de partager ses ressources (voir figure 1.2).

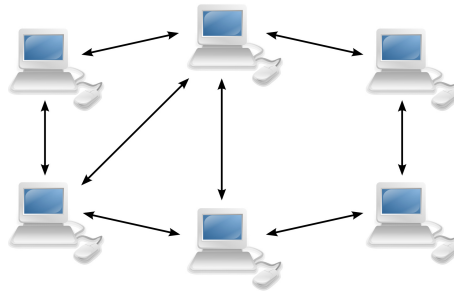


Fig. 1.2 Système Peer-to-peer

1.4.3 Topologie de réseau

La topologie physique d'un réseau concerne la manière d'organisation et d'interconnexion des machines. Il existe différents types de topologies, les principales sont appelées : la topologie en bus, en anneau, en arbre, linéaire, maillée (totalement ou partiellement), en étoile et hybride (un mélange des précédentes).

- **Topologie en bus** : correspond au cas où tous les nœuds sont connectés à un unique fil, à un unique support de transmission matériel.
- **Topologie totalement maillée** : est celle où tous les ordinateurs sont reliés à tous les autres. Le nombre de liens est alors important (proportionnel au carré du nombre d'ordinateurs à relier).
- **Topologie hybride** : est équivalente à une topologie maillée à laquelle on aurait retiré quelques liaisons point-à-point, pour économiser des liens sans trop diminuer la performance du réseau.
- **Topologie en étoile** : est celle où les nœuds sont reliés à un équipement réseau central. Le nombre de liens est proportionnel au nombre d'ordinateurs du réseau, ce qui est peu. Le nombre d'intermédiaire est faible (seulement un), ce qui fait que le matériel réseau nécessaire pour créer un réseau en étoile est particulièrement simple et peu cher. La moindre panne de l'équipement central fait tomber tout le réseau, par conséquent, les ordinateurs ne peuvent plus communiquer entre eux.
- **Topologie linéaire** : est celle en forme de chaîne. Tous les ordinateurs sont reliés à deux voisins, sauf les deux nœuds au bout de la chaîne.
- **Topologie en anneau** : est celle en forme d'anneau. Tous les ordinateurs sont reliés à deux voisins, sans exception. Elle est équivalente à une topologie linéaire dont on aurait relié entre eux les deux bouts [2].

☀ Chacune des topologies susmentionnées a ses avantages et ses inconvénients que nous les avons résumés dans le tableau suivant :

Topologie	Nombre de câbles (liaisons point-à-point), pour N ordinateurs	Avantages	Inconvénients
Topologie en bus	Un seul.	<ul style="list-style-type: none"> - Facile à mettre en œuvre et à étendre. - Présente l'un des coûts de mise en réseau le plus bas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Longueur du câble et nombre de stations limités. - Un câble coupé peut interrompre le réseau. - Faible sécurité des données transitant sur le réseau.
Topologie linéaire	N liaisons point-à-point (autant que de nœuds)		<ul style="list-style-type: none"> - Toute coupure d'une liaison point-à-point scinde le réseau en deux sous-réseaux indépendants (voire fait tomber tout le réseau).
Topologie en anneau	N liaisons point-à-point (autant que de nœuds)	<ul style="list-style-type: none"> - une topologie simple, avec laquelle on ne parle plus de collisions grâce à la présence d'un répartiteur (appelé MAU, Multistation Access Unit) qui permet de gérer la communication entre les ordinateurs. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le retrait ou la panne d'une entité active paralyse le trafic du réseau. - Le délai de communication est directement proportionnel au nombre de nœuds du réseau.
Topologie totalement maillée	$\frac{N(N-1)}{2}$	<ul style="list-style-type: none"> - Résistance maximale à toute coupure de liaisons point-à-point ou de panne d'ordinateur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de liaisons élevé
Topologie en étoile	N liaisons point-à-point (autant que de nœuds)	<ul style="list-style-type: none"> - Ajout et déplacement facile du matériel sur le réseau. - Localisation facile des pannes. - Le débranchement (panne) d'une connexion ne paralyse pas le reste du réseau. 	<ul style="list-style-type: none"> - Plus onéreux qu'un réseau à topologie en bus (achat du concentrateur). - Si le concentrateur est défectueux, tout le réseau est en panne.

1.4.4 Réseaux filaires et sans fil

Les réseaux informatiques peuvent également être catégorisés par le type de supports de transmission utilisés pour relier les équipements communicants dans le réseau. On distingue deux grands types : les

réseaux filaires et sans fils.

🏠 **Réseaux filaires** : Les équipements dans ces réseaux sont reliés par des câbles métalliques conducteurs de l'électricité (notamment, les paires torsadées et les câbles coaxiaux) ou par des supports de verre ou de plastique très fin conducteurs de la lumière (appelés communément fibres optiques) (voir figure 1.5).

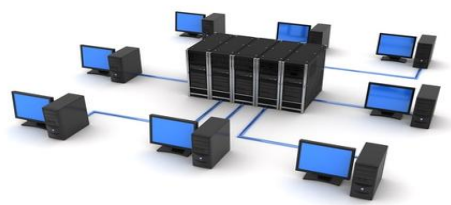


Fig. 1.3 Réseaux filaires

📶 **Réseaux sans fil** : Un réseau sans fil est un type de réseau informatique qui utilise des connexions de données sans fil entre les nœuds plutôt que d'utiliser un câblage physique. Les informations échangées entre les équipements sont portées par des ondes électromagnétiques (radio, infrarouge, ...) qui se propagent dans l'air.



Fig. 1.4 Réseaux sans fil

- Les réseaux câblés sont traditionnellement considérés comme plus sûrs que les réseaux sans fil car les données envoyées sont contenues dans les câbles, ce qui rend plus difficile pour les pirates d'accéder, de crypter ou de perturber les données transmises.
- Les réseaux câblés peuvent fournir des vitesses de connexion plus élevées que les réseaux sans fil.
- Les réseaux câblés sont souhaitables pour les applications qui nécessitent beaucoup de bande passante, telles que les jeux et la vidéo en continu.
- Les réseaux sans fil sont préférés par de nombreux utilisateurs car ils sont plus pratiques et plus faciles à configurer et à entretenir que les réseaux câblés.
- Les réseaux sans fil peuvent être utilisés dans des endroits où les réseaux câblés ne sont pas pratiques.

- Les réseaux sans fil peuvent facilement être étendus pour prendre en charge des utilisateurs supplémentaires sans aucun effort supplémentaire.

En résumé, Les réseaux câblés offrent une plus grande sécurité et des vitesses plus rapides, tandis que les réseaux sans fil sont plus pratiques et plus faciles à configurer.

1.4.5 Réseau publique ou privé

- **Réseaux privés** Les réseaux privés sont des réseaux internes à une seule et unique organisation ou entreprise. Dans ce type de réseau des restrictions et des règles d'accès sont toujours établies afin de reléguer l'accès à des utilisateurs privilégiés. PAN et LAN font partie de cette catégorie des réseaux.
- **Réseaux publics** Un réseau public est un type de réseau auquel n'importe qui, à savoir le grand public, a accès et, par son intermédiaire, peut se connecter à d'autres réseaux. Internet est un cas particulier des réseaux public. Vu que n'importe qui peut accéder au réseau, les utilisateurs malveillants peuvent essayer d'infiltrer les systèmes d'utilisateurs sans méfiance.

1.5 Les composants de base d'un réseau informatique

Un réseau informatique est composé principalement :

- De plusieurs noeuds terminaux, tels que les ordinateurs, les imprimantes, possédant chacun une adresse réseau unique.
- Des adresses logiques d'identifications affectée chacune à un nœud terminal d'une façon propre et unique.
- D'un ou plusieurs équipements de raccordement ou interfaces tels les carte réseau, modem, adaptateur réseaux ou autre interface comme par exemple une clé WIFI usb.
- D'un ou plusieurs nœuds intermédiaire d'acheminement tels que les commutateurs (Switch) qui permettent de relier les postes clients, points d'accès, répéteurs, concentrateurs (hub), ponts et des routeurs.
- Les différents postes peuvent se connecter par des supports ou médias de transmission filaires (câbles) ou sans fil (ondes).
- D'un ensemble de protocoles et de règles permettant à tous les équipements du réseau de se comprendre et de fonctionner sans problèmes.



Fig. 1.5 Les composants de base d'un réseau informatique

Au début des années 1970, l'absence de standardisation dans les réseaux constituait un obstacle majeur à la communication et à la collaboration. En effet, chaque constructeur concevait ses propres solutions avec des architectures et des protocoles incompatibles, rendant l'interconnexion des systèmes impossible.

Ce cloisonnement limitait considérablement l'échange d'informations et le partage de ressources entre les différents acteurs.

Face à ce problème crucial, l'industrie informatique a nécessité un socle universel (sous forme de normes) pour décrire les fonctionnalités et les interactions des réseaux.

Ces normes communes visaient à garantir l'**interopérabilité** entre les différents systèmes et à simplifier la gestion des réseaux.

1.6 Normes

La normalisation consiste à définir des normes techniques, en d'autres termes, des références communes documentées et approuvées qui visent à uniformiser les pratiques d'un secteur donné. Cette mission est confiée à des organismes spécialisés, qui peuvent être des organismes gouvernementaux ou des organisations créées par les professionnels d'un secteur d'activité spécifique. Dans la section suivante, nous présentons les principaux organismes de normalisation du domaine des télécommunications [3].

1.7 Institutions de normalisation en télécommunication

1.7.1 International Telecommunication Union (ITU)

L'Union internationale des télécommunications (UIT), également connue sous le nom d'International Telecommunication Union (ITU) en anglais, est l'agence spécialisée des Nations Unies pour les technologies de l'information et de la communication (TIC).

L'UIT joue un rôle important dans la régulation des télécommunications à l'échelle mondiale, notamment en gérant le spectre des fréquences radioélectriques, en élaborant des normes techniques et en promouvant le développement des TIC dans les pays en développement [4].

1.7.2 IEC (International Electrotechnical Commission)

L'organisme IEC (Commission électrotechnique internationale) est le principal organisme international de normalisation pour tous les domaines de l'électrotechnologie, y compris l'électricité, l'électronique, les technologies connexes et la nanotechnologie.

L'IEC est une organisation non gouvernementale à but non lucratif qui compte plus de 170 pays membres. Cette dernière, élabore et publie des normes internationales qui visent à assurer la sécurité, la performance et l'interopérabilité des systèmes liés à l'électrotechnologie [4].

1.7.3 ISO (International Organization for Standardization)

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est le plus grand organisme de normalisation au monde. C'est une organisation non gouvernementale qui élabore des normes internationales importantes dans de nombreux domaines, dont le modèle OSI, qui est un modèle de référence pour les communications entre systèmes ouverts.

Les normes ISO sont volontaires, mais elles sont souvent adoptées par les gouvernements, les entreprises et les autres organisations en raison de leur qualité et de leur fiabilité [4].

1.7.4 IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)

L'Institut des ingénieurs électriciens et électroniciens (IEEE) est une association professionnelle à but non lucratif d'ingénieurs et de scientifiques dans le domaine de l'ingénierie électrique, de l'électronique, des technologies de l'information et des domaines connexes.

L'IEEE développe des normes techniques qui sont utilisées dans le monde entier, notamment dans les domaines des communications, de l'informatique, de l'énergie et de la sécurité. Ces normes contribuent à garantir la compatibilité et l'interopérabilité des produits et services [4].

CHAPITRE 2

Modèle de référence OSI (Open Systems Interconnection)

2.1 Introduction

Au début des années 70, chaque constructeur tentait de monopoliser le marché des équipements réseau à travers le développement de ses propres équipements et technologies. Cette concurrence a créé de multiples problèmes, notamment l'impossibilité de réaliser des échanges d'information et de communication entre réseaux et services.

Afin de mettre terme à ce problème, des organismes officiels souvent internationaux avaient imposé des normes (appelées communément Standards) déterminant l'architecture des réseaux et l'ensemble des règles à respecter lors de l'implémentation de chacune de ses parties. Ces règles doivent absolument être respectées par tous les concepteurs et constructeurs des réseaux [5].

Dans ce chapitre, nous allons évoquer un modèle abstrait d'architecture de communication défini en 1977 pour les réseaux grande distance (WAN), appelé modèle de référence OSI proposé par l'ISO (International Standardization Organization), l'un des organismes les plus dominants au monde.

2.2 Concept d'architecture en couches

Le modèle OSI (Open System Interconnexion) est basé sur une représentation en sept couches comme montré dans la figure 2.1 ci-dessous.

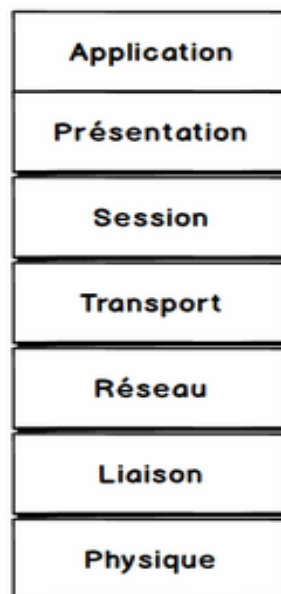


Fig. 2.1 Modèle OSI

Cette représentation en couches considère le système comme étant logiquement composé d'un ensemble de n sous-systèmes ordonnés. Chaque sous-système est identifié par un rang i. Quelques avantages de telle structure sont les suivants:

- Un sous-système de rang i peut être constitué d'une ou plusieurs entités (applications, protocoles...).
- Chaque couche fournit des services aux entités des couches supérieures et utilise les services offerts par les entités des couches inférieures.
- Chaque sous-système du niveau i peut communiquer avec d'autres sous-systèmes de même rang (les entités homologues) à travers des interfaces entre les couches adjacentes.
- Nous pouvons développer simultanément et indépendamment toutes les couches de l'architecture de communication, une fois définies les interfaces entre les différentes couches.

La figure 2.2, ci-après, fournit plus de détails.

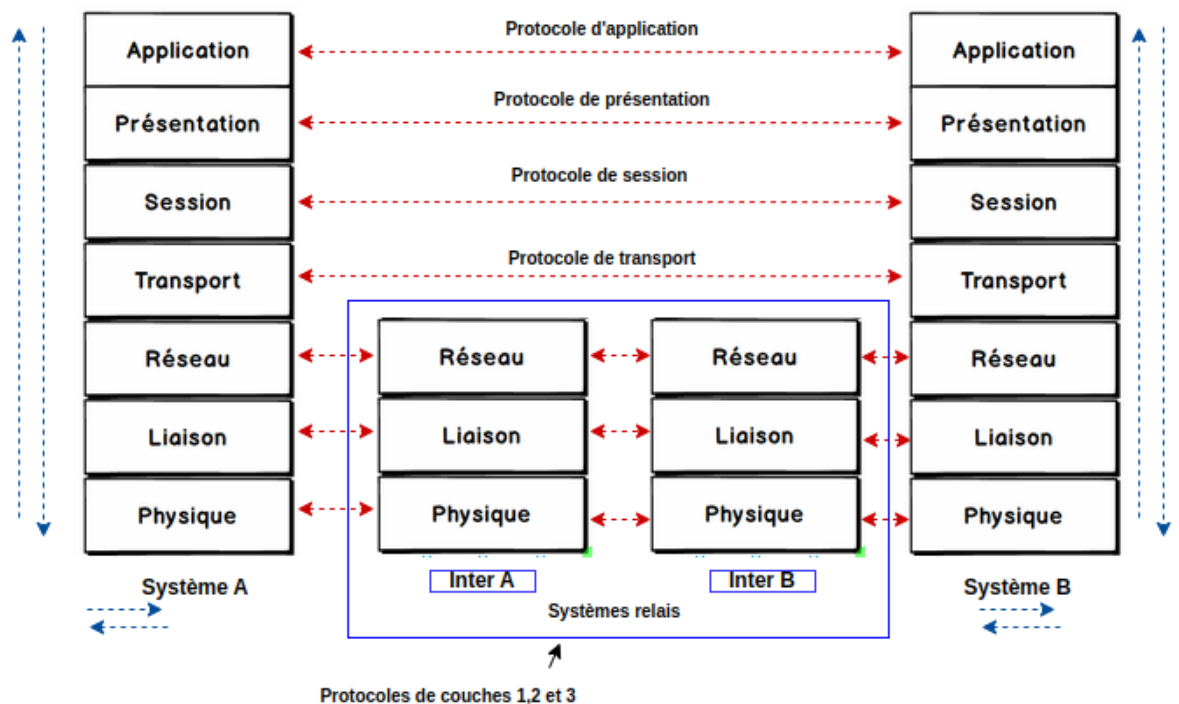


Fig. 2.2 Modèle OSI

2.3 Notion d'encapsulation

Avant d'expliquer le concept d'encapsulation, nous définissons tout d'abord quelques terminologies que nous allons employer dans la suite :

- Service de rang (i): Se sont des fonctions offertes par la couche (i) et les couches inférieures à celle-ci, aux entités de niveau (i+1). Ces fonctions (situées à la frontière entre la couche (i) et la couche (i + 1)) sont invoquées par des primitives du service (i).
- Primitive : Une commande invoquée par une entité de niveau supérieur demandant un service à une entité sous-jacente.

- Protocol Data Unit (i) PDU (i): Unités de données utilisées par les protocoles de rang (i) et échangées entre entités (i) homologues. Le protocole d'un rang (i) identifie les règles de communication des entités (i) nécessaires à l'exécution du service (i).
- Service Data Unit (i+1) : Unités de données du service échangées localement entre entités (i + 1) et entités (i) pour l'exécution d'un service (i).

l'encapsulation se déroule de la façon suivante :

» Toute entité (i+1) qui souhaite utiliser un service assuré par une entité (i) lui transmet ses données sous forme d'un PDU (i+1) à travers des primitives appropriées à la demande d'exécution de ce service.

» Une entité (i) construit une (ou plusieurs) unité(s) de données de service (SDU(i)) contenant des données émanant de l'entité (i+1).

» L'entité (i) ajoute à chaque SDU(i), un en tête et/ou un en queue, des informations de contrôle permettant d'exécuter le service demandé pour constituer une PDU(i). Ainsi, **les données (i+1) sont encapsulées dans une unité de données (i)**.

» Un PDU (i) est destiné à une couche inférieur, c-à-d , il constitue une SDU (i-1) à l'interface entre les couches (i) et (i-1). Les figures 2.3 et 2.4 offrent une représentation plus fine de la notion d'encapsulation.

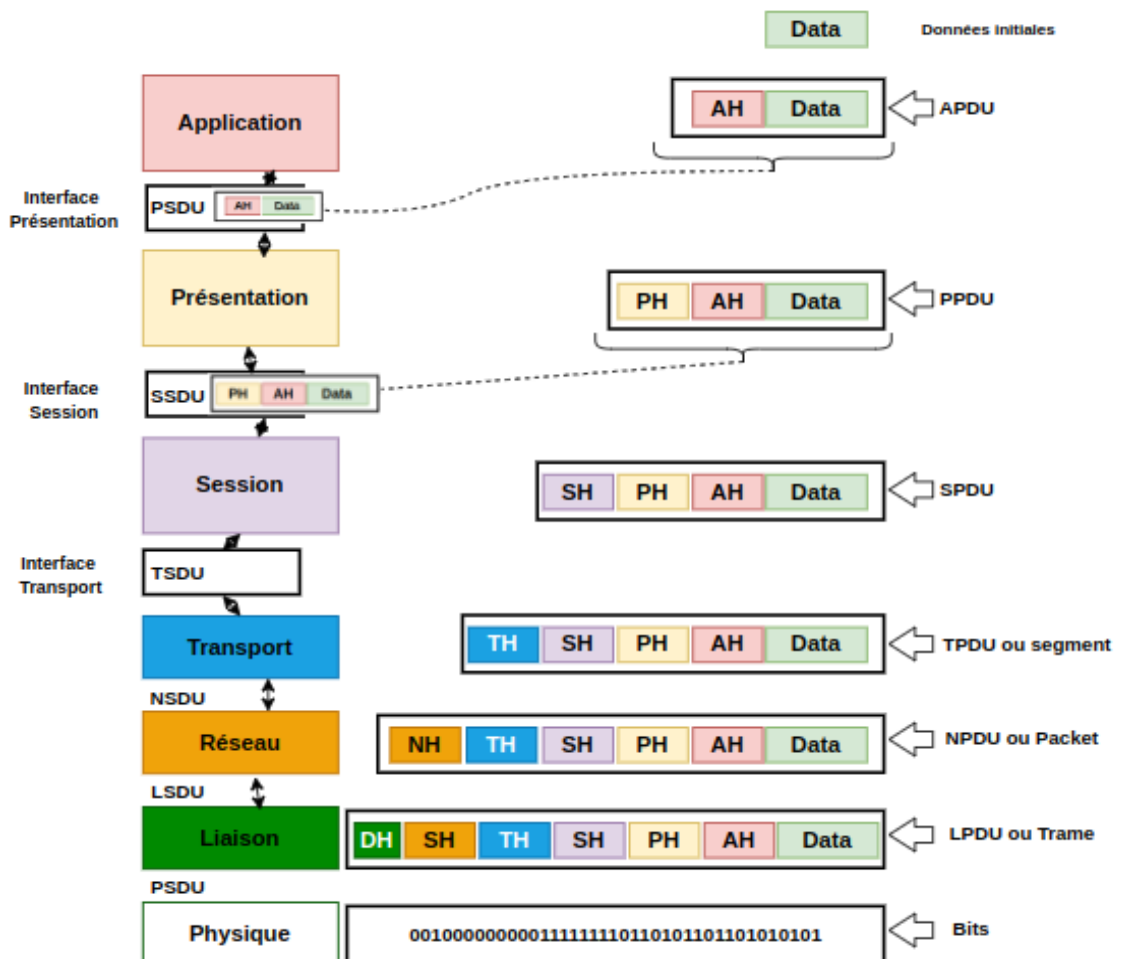


Fig. 2.3 Encapsulation des données

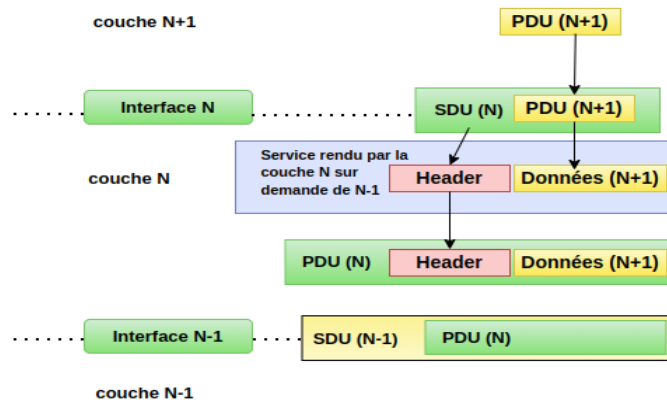


Fig. 2.4 Encapsulation des données

Comme nous l'avons cité un peu plus haut, les couches utilisent des primitives pour invoquer les services sous-jacents. Nous distinguons l'utilisation de quatre primitives permettant l'échange de données entre couches adjacentes ou homologues. Ces primitives sont présentées dans la figure 2.5.

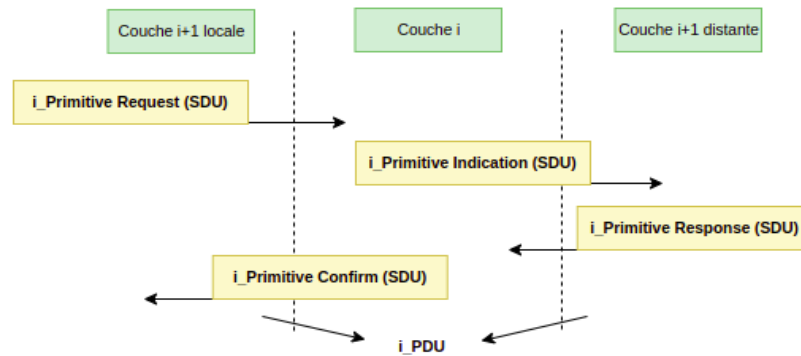


Fig. 2.5 Primitives de service

2.4 Les différentes couches du modèle OSI

2.4.1 Couche Physique :

La couche physique assure la transmission effective des signaux électriques, radiofréquences ou optiques entre équipements des réseaux. Elle est généralement chargée de la conversion entre bits et signaux électriques ou optiques.

2.4.2 Couche Liaison :

Cette couche fournit les moyens procéduraux pour le transfert de données (trames) entre les nœuds d'un même segment d'un réseau local (LAN). Elle fournit aussi, dans certains cas, les moyens de détection et de correction des erreurs provenant de la couche physique.

Ethernet, le protocole point à point (PPP), HDLC et ADCCP pour des connexions point à points sont des exemples de protocoles de liaison de données [6].

2.4.3 Couche Réseau :

La fonction principale de cette couche c'est le routage et l'acheminement des messages (appelés précisément **Paquets**) entre différents réseaux. Les protocoles les plus importants utilisés à ce niveau sont l'IP (IPV4, IPV6) et l'ICMP.

2.4.4 Couche Transport :

Cette couche permet de transmettre des données de bout en bout entre les deux parties communicantes. C'est la plus haute (dernière) couche préoccupante de tous qui est erreurs, pertes, duplications de paquets. Elle préoccupe aussi du contrôle de congestion et de la segmentation et le réassemblage des paquets entre entités homologues. Les principaux protocoles utilisés ici sont le TCP et l'UDP [6].

2.4.5 Couche Session :

Cette couche assure la synchronisation des communications et gère le dialogue entre applications communicantes en utilisation des logiciels de création des sessions. En cas d'interruption inattendue, elle garantit une reprise des sessions sans avoir à tout recommencer au niveau de l'établissement de la communication.

2.4.6 Couche Présentation :

La principale mission de cette couche est le codage des données applicatives afin qu'elles puissent être compréhensibles par les applications communicantes. Ce au niveau de cette couche où les données applicatives se transforment en chaînes d'octets.

2.4.7 Couche Application :

La rôle principale de cette couche est la fourniture des services aux applications placées au-dessus d'elles. Elle offre différents services normalisés (tels que la messagerie, le transfert de fichier, l'émulation de terminal, annuaire, ...), qui sont accessibles par des interfaces normalisées dénommées AE (Application Entity), équivalent des API.

2.5 Architecture TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

Contrairement au modèle OSI, le modèle TCP/IP c'est en fait une architecture réseau en 4 couches (voir figure 2.6) dans laquelle les protocoles TCP et IP jouent un rôle prédominant. Son origine remonte aux années de conception du réseau de télécommunication ARPANET, conçu par l'ARPA (Advanced Research Projects Agency), l'agence de recherche du ministère américain de la défense.

Ce modèle est basé sur une technique de commutation de paquets pour acheminer les paquets entre les extrémités de communication. Il est utilisé dans internet et plus largement répondu actuellement [7].

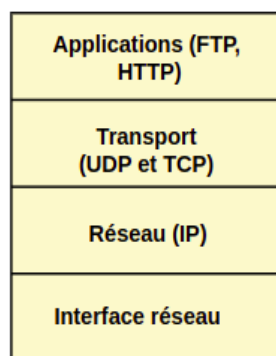


Fig. 2.6 Architecture TCP/IP.