

**République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
L'université Mohamed Boudiaf - M'Sila –**

Faculté de mathématiques et d'informatique

2^{ème} Année Master (M2RTIC)

Optimisation des Réseaux

**Semestre : 03
2025/2026**

**Réalise par
Dr. DABBA ALI**

➤ **Contactez-nous**

alidabba@gmail.com

ali.dabba@univ-msila.dz

- **En cas de problèmes ou de difficultés, me contacter ou contacter votre enseignant TD / TP**
- **Nous sommes à votre disposition pour vous aider**

CHAPITRE I

Les concepts dans l'optimisation des réseaux informatique



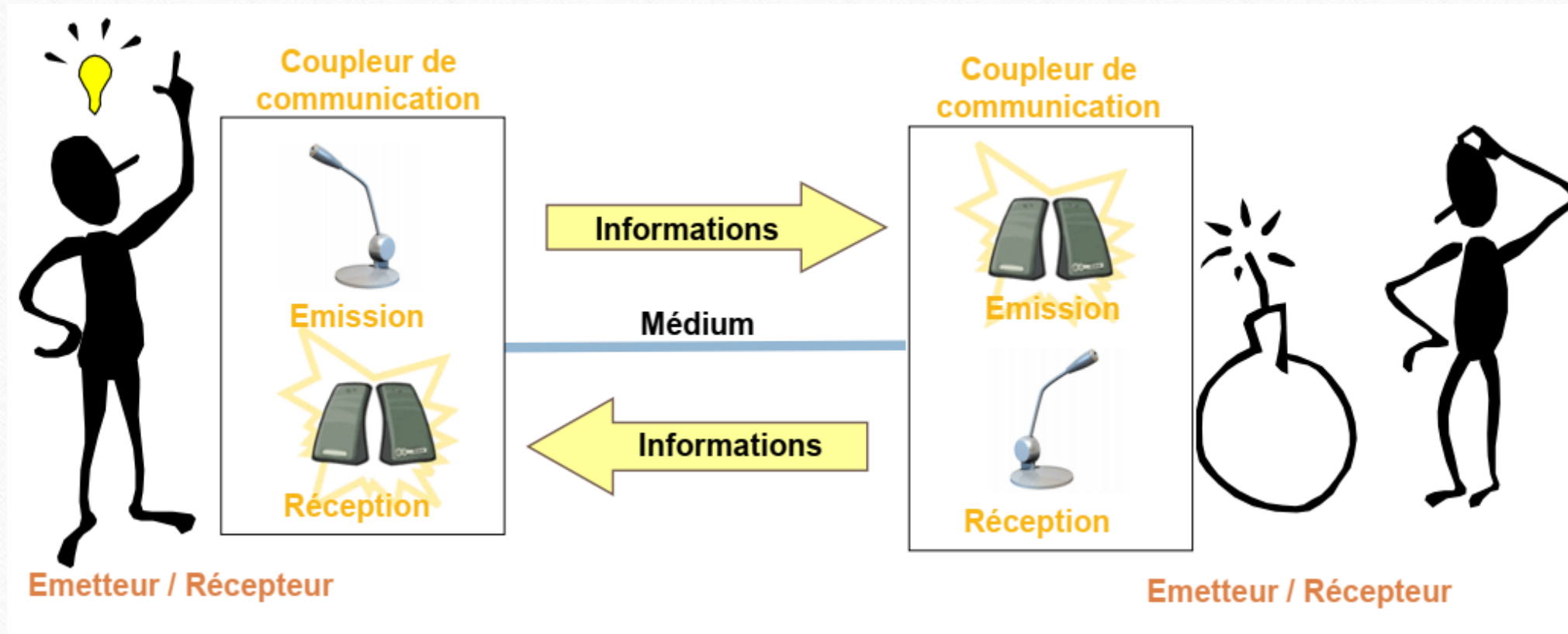
Plan

- I. Introduction**
- II. Les différents systèmes de numération**
- III. Système de communication**
- IV. La terminologie de base des réseaux**
- V. La bande passante**
- VI. Débit**
- VII. Modèles OSI & TCP-IP**
- VIII. Les topologies**
- IX. Les adresses IP (Internet Protocol)**

I. Introduction

- Les réseaux sont nés du besoin de transporter une information d'une personne à une autre.
- La première révolution des réseaux a consisté à automatiser le transport des données.
- Le besoin d'échange de l'information évolue de plus en plus, et ce fut l'apparition du réseau mondial **Internet**.

I. Introduction



I. Introduction

- **Informatique** : c'est la science du traitement rationnel de l'information, notamment par machines automatiques, considérée comme support des connaissances et des communications, dans les domaines technique, économique et social. La principale caractéristique de l'informatique c'est qu'elle est communicante.
- **Téléinformatique** : C'est une discipline qui associe les techniques de l'informatique et des télécommunications dans le but de permettre à ses utilisateurs d'exploiter à distance les capacités de traitement de l'ordinateur.

I. Introduction

- **Téléinformatique** : c'est l'association du traitement et du transport de l'information.

Traitement : domaine de l'informatique.

Transport : domaine des télécommunications.

- **Réseau** : on appelle réseau (de données) tout système téléinformatique formé d'équipements reliés entre eux par des voies de communication grâce auxquelles ces divers éléments peuvent communiquer. (équipements : ordinateurs, périphériques (imprimante, scanner, commutateurs...))

But des Réseaux

Un réseau permet:

- Le partage de fichiers, d'applications
- La communication entre personnes (grâce au courrier électronique, la discussion en direct, ...)
- La communication entre processus (entre des machines industrielles)
- La garantie de l'unicité de l'information (bases de données)

II. Les différents systèmes de numération

Représentation des données pour un système informatique

- Un ordinateur pourrait se résumer à un ensemble de commutateurs électriques pouvant prendre deux états :
 - ✓ En fonction (le courant passe).
 - ✓ Hors fonction (le courant ne passe pas)
- Pour les différentes tâches qu'ils effectuent de nos jours, les ordinateurs utilisent le système de **numérotation binaire**.

Systemes de numération

- Il existe plusieurs systemes de numération, les systemes les plus utilisés dans le domaine de l'informatique sont :
- ❑ *Systeme binaire (base 2)*: deux valeurs sont possibles 0 ou 1, en informatique on parle du mot **bit** (ou *binary digit*) pour désigner la valeur d'un élément ayant deux états.
 - ❑ *Systeme octal (base 8)*: c'est rarement utilisé, il est constitué de 8 chiffres qui sont : 0 1 2 3 4 5 6 7
 - ❑ *Systeme décimal (base 10)*: le plus utilisé et le plus connu, chaque chiffre peut avoir 10 valeurs différentes: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 - ❑ *Systeme hexadécimal (base 16)*: ce systeme est beaucoup utilisé en informatique afin d'éviter l'écriture des suites de 0 et de 1, il dispose de 10 chiffres et 6 lettres comme suite: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

Les différentes unités de mesure

Unité	Définition	Octets	Bits	Exemples
Bit (b)	Chiffre binaire 1 ou 0	1 bit	1 bit	+5 volts ou 0 volts
Octet (o)	8 bits	1 octet	8 bits	01001100 correspond à la lettre L en ASCII
Kilo-octet (Ko)	1 kilo-octet =1 024 octets	1024 octets	8192 bits	mail type : 2ko premiers PC : 64Ko de Ram
Méga-octet (Mo)	1 méga-octet =1024 kilo octets	1 048 576 octets	8 388 608 bits	disquette = 1,44 Mo CD-ROM = 650 Mo
Giga-octet (Go)	1 giga-octet =1024 méga octets	1 048 576 kilo-octets	Env. 8 milliards de bits	disque dur type = 4 Go
Téra-octet (To)	1 téra-octet =1024 giga octets	1 048 576 méga-octets	Env. 8 trillions de bits	quantité théorique de données transmissibles par une fibre optique en 1 seconde

Méthodes de conversion de base

➤ Toutes les bases numériques suivent la relation suivante:

$$\sum_{i=0}^n (b_i a^i) = b_n a^n + \dots + b_5 a^5 + b_4 a^4 + b_3 a^3 + b_2 a^2 + b_1 a^1 + b_0 a^0$$

b_i : chiffre de la base de rang i .

a^i : puissance de la base a d'exposant de rang i .

Remarque:

On peut spécifier la base d'un nombre en écrivant l'indice correspondant à droite du nombre, et on le note comme suit

(Nombre)_{base}

Méthodes de conversion de base

Exemples

L'équivalence du nombre **45** en différentes bases:

$$(45)_{10} = 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$$

$$(55)_8 = 5 \times 8^1 + 5 \times 8^0$$

$$(2D)_{16} = 2 \times 16^1 + D \times 16^0 = 2 \times 16^1 + 13 \times 16^0$$

$$(101101)_2 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

Méthodes de conversion de base

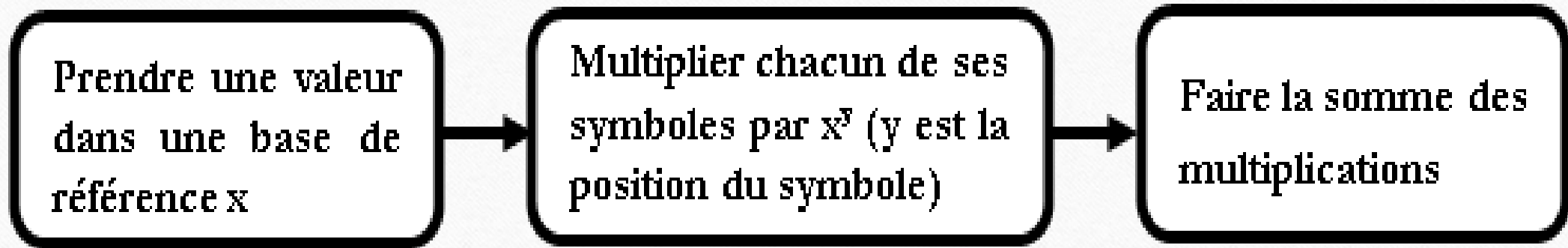
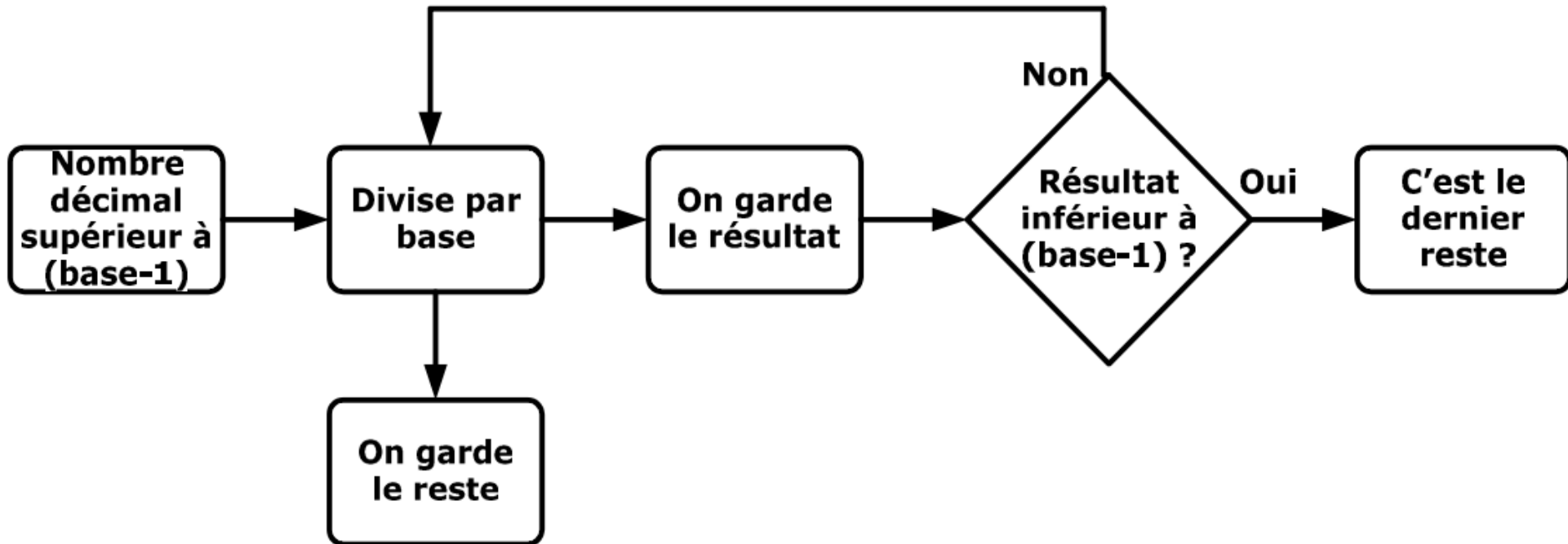


Figure : algorithme de conversion d'un système en base x vers le système décimal

Méthodes de conversion de base



Algorithme de conversion de base

Méthodes de conversion de base

- Conversion d'un nombre **Décimal** en **Binaire**:

56	2					
0	28	2				
	0	14	2			
		0	7	2		
			1	3	2	
				1		
					1	

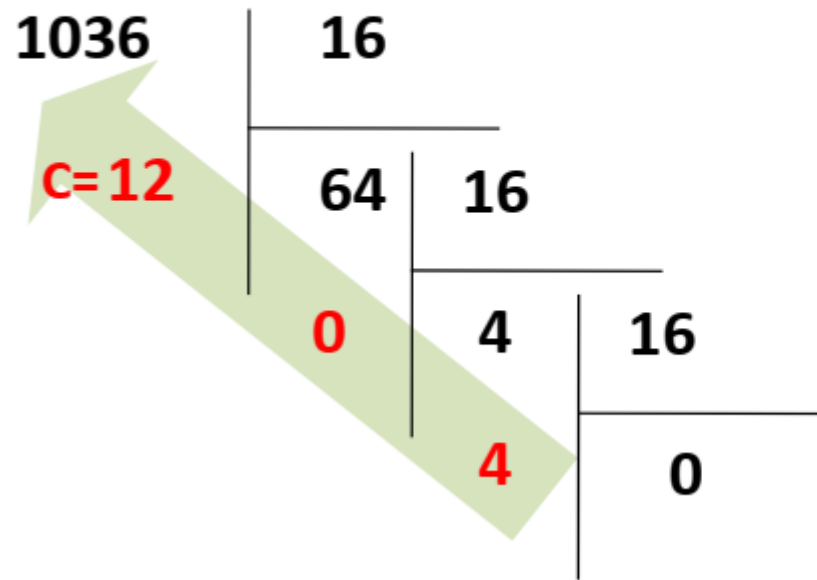
Sens de la lecture

Le résultat est : $(56)_{10} = (111000)_2$

Méthodes de conversion de base

- Conversion d'un nombre **Décimal** en **Hexadécimal**:

Le résultat est : $(1036)_{10} = (40C)_{16}$



Méthodes de conversion de base

- Conversion d'un nombre **binaire** en **Octal**:

Binaire (**101 111 100 001**)₂
↓ ↓ ↓ ↓
Octal (. . . .)₈

- Conversion d'un nombre **Octal** en **binaire**:

Octal (**3 6 2**)₈
↓ ↓ ↓
Binaire (. . .)₂

Méthodes de conversion de base

- Conversion d'un nombre **binaire** en **Hexadécimal**:

Binaire (**1011 1101 0100 1001**)₂
↓ ↓ ↓ ↓
Hexa (. . . .)₁₆

- Conversion d'un nombre **Hexadécimal** en **binaire**:

Hexa (**A** **F** **3**)₁₆
↓ ↓ ↓
Binaire (. . .)₂

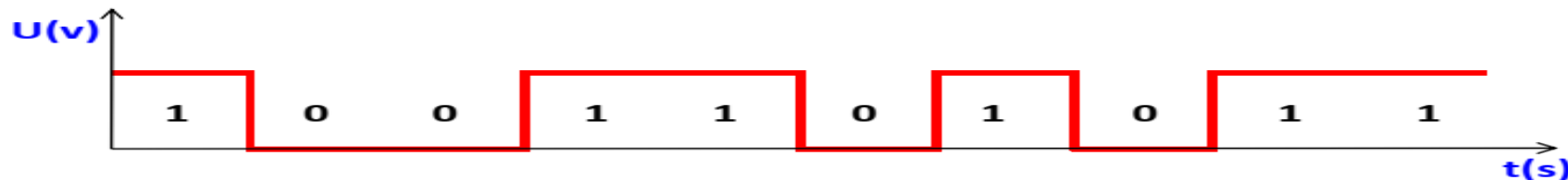
Représentation numérique des données informatiques

- Les ordinateurs sont composés de un ensemble de commutateurs électriques qui jouent le rôle des interrupteurs et pouvant prendre deux états:
- ☐ **Courant passe** : En fonction qui correspond à (1)
 - ☐ **Courant ne passe pas** : Hors fonction qui correspond à (0)

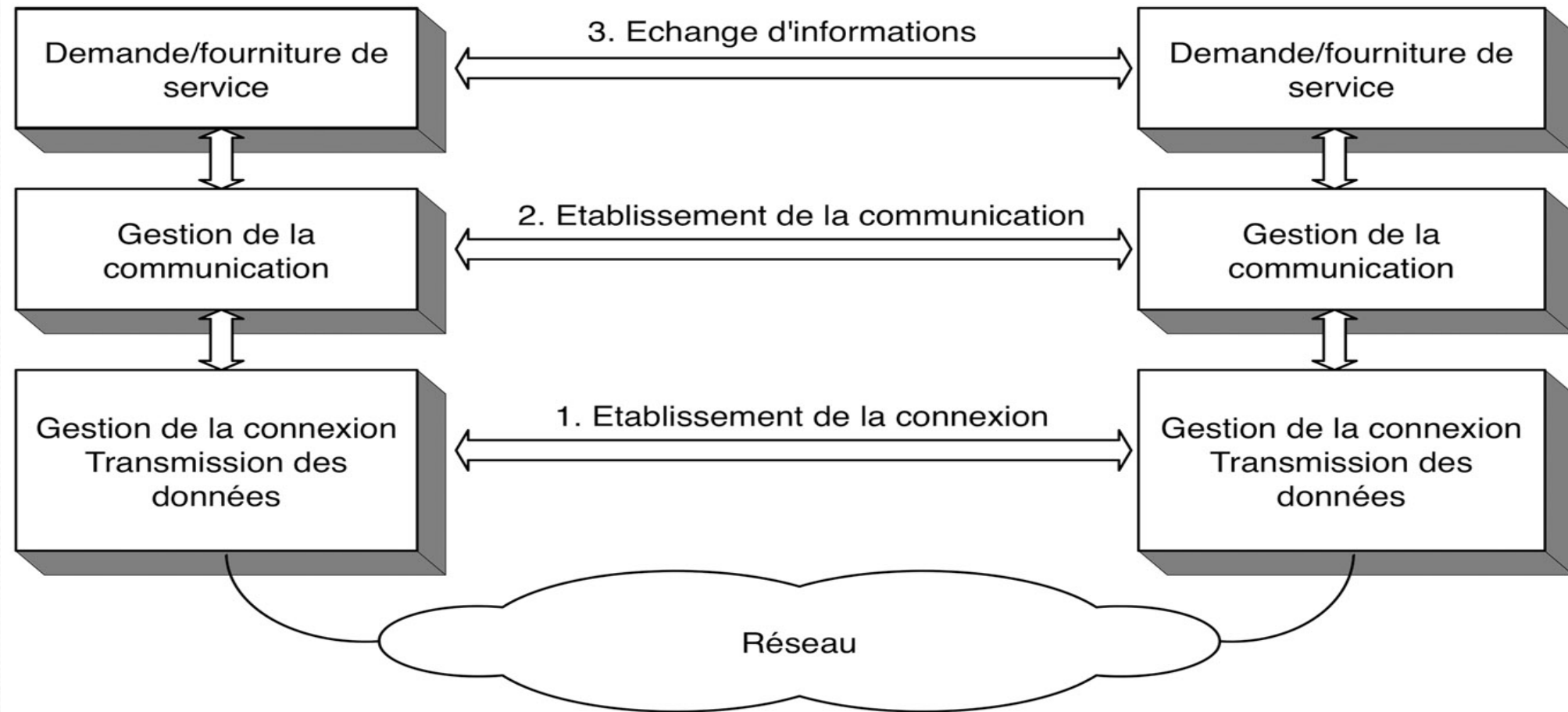
Exemple:

Le signal correspondant à une suite binaire de 10 bits (**1001101011**). Dans ce cas de figure, le signal peut prendre deux valeur:

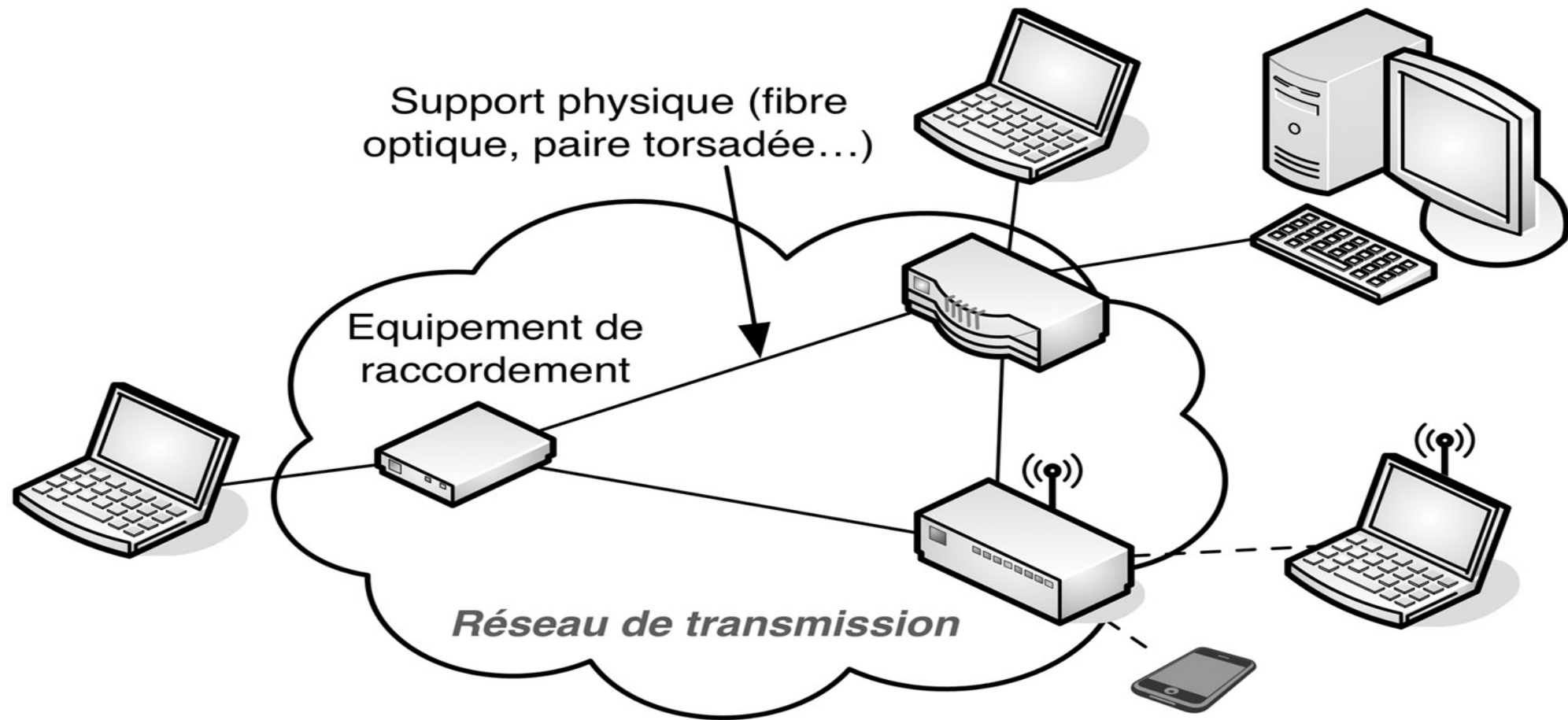
- ☐ En informatique on note **0** ou **1**.
- ☐ En électronique on donne les deux tensions (ex: **0** volt et **+5** volts)



III. Système de communication



III. Système de communication



IV. La terminologie de base des réseaux

Définition 1.1 (réseau)

Un **réseau** est un système complexe d'objets et de personnes interconnectés. On trouve les réseaux partout dans notre vie, que nous pouvons classifier selon diverses catégories :

- ➔ **Communications** : Internet, téléphone, services postal, télévision, radio...
- ➔ **Transport** : Réseau autoroutier, transport aérien, transport maritime...
- ➔ **Société** : Villes, amis, famille...
- ➔ **Biologie** : Neurologie, système cardio-vasculaire...
- ➔ **Services publics** : Eau potable, réseau électrique, réseau téléphonique (mobile et fixe)...

IV. La terminologie de base des réseaux

Définition 1.2 (Réseau informatique)

Un **réseau informatique** est un ensemble d'équipements reliés entre eux pour échanger des données numériques, la connexion entre les différents composants d'un réseau s'effectue à l'aide des supports pouvant être des câbles sur lesquels circulent des signaux électriques, l'air (ou le vide) où circulent des ondes radio, ou des fibres optiques qui propagent des ondes lumineuses.

La communication se fait selon des règles bien définies (**les protocoles**).

Les composants de base d'un réseau

- Plusieurs composants entrent dans l'architecture et la configuration d'un réseau (ordinateurs, serveurs, câbles, routeurs,...), et qui peuvent être classés en quatre catégories:
 - ❑ **Hôtes:** sont des machines capables d'*envoyer* et de *recevoir* des données directement sur le réseau (*ordinateur, serveur, imprimante réseau,...*).
 - ❑ **Périphériques partagés:** Ne sont pas directement connectés au réseau, l'accès au réseau se fait à *travers les hôtes* (*WebCam, imprimante,...*).
 - ❑ **Périphériques réseau:** Permettent de relier les différents composants d'un réseau ou plusieurs réseaux (*commutateurs, concentrateurs, routeurs,...*).
 - ❑ **Support réseau** (ou *média*): Permet de connecter (physiquement) les hôtes et les périphériques réseau entre eux (câble en cuivre, fibre optique, l'aire (sans fil)).

Les composants de base d'un réseau

- Identifier les différents composants de ce réseau:



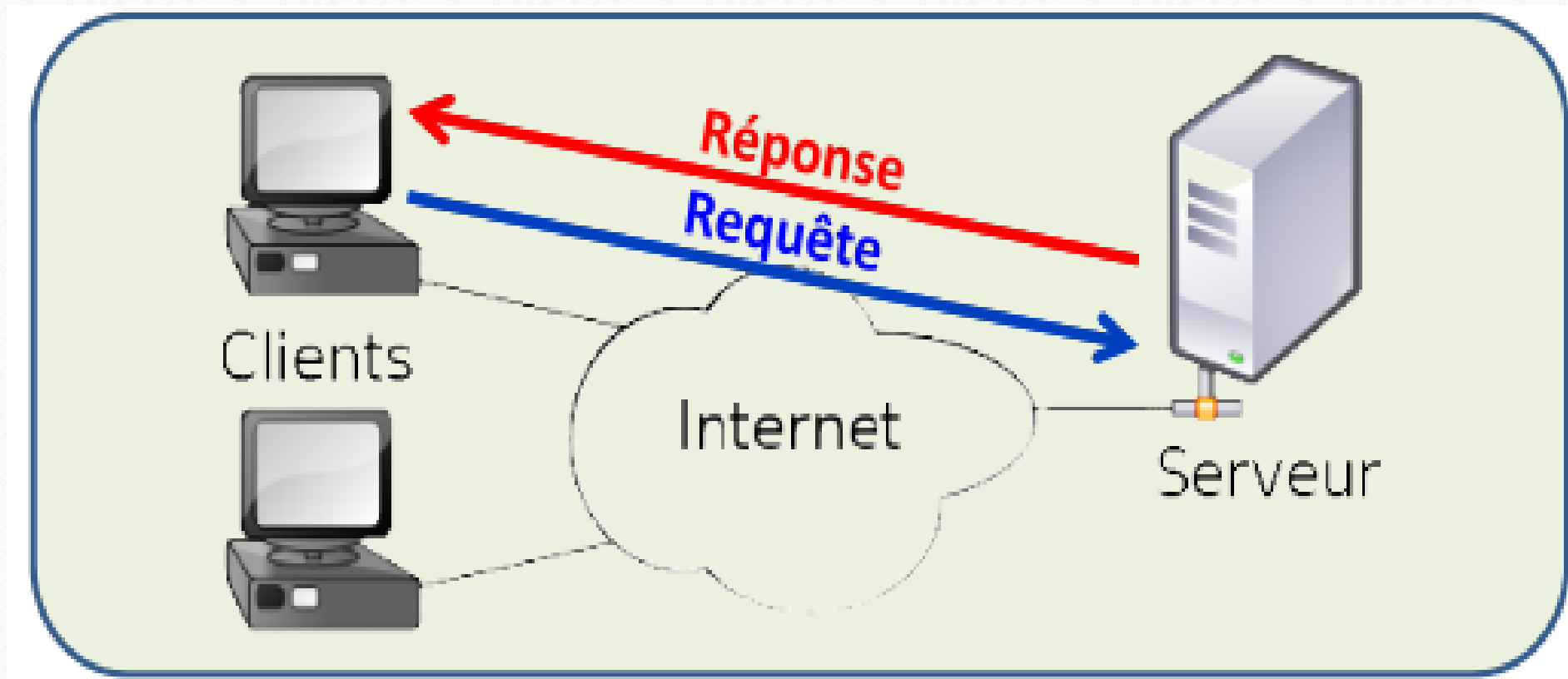
Modèle de communication Client-Serveur

Définition 1.3 (Client-Serveur)

Architecture de réseau dans laquelle les informations sont localisées sur des ordinateurs ayant le rôle de serveur et accessible par les ordinateurs client.

- **Client:** Emetteur de **requêtes** vers le serveur en sollicitant un service (ex: page web).
- **Serveur:** Ordinateur de grande capacité dédié aux logiciels serveur, et ayant pour objectif de **répondre** au requêtes client.

Modèle de communication Client-Serveur



Modèle de communication d'égal à égal (peer to peer)

Définition 1.4 (Peer to Peer)

Architecture dont chaque ordinateur peut *jouer le rôle d'un client et d'un serveur simultanément*. Cela signifie que chaque ordinateur est libre de partager ses ressources (données, périphériques partagés,...).



Classification des réseaux

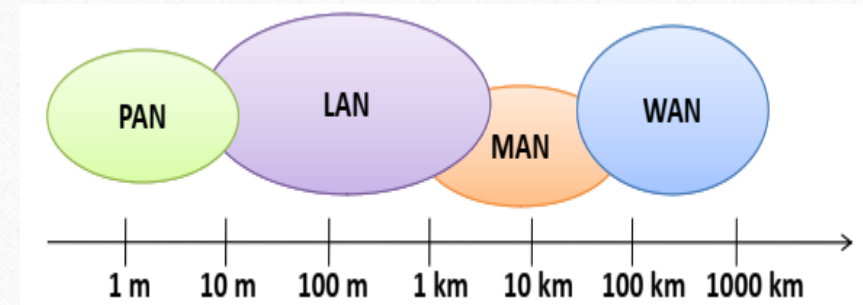
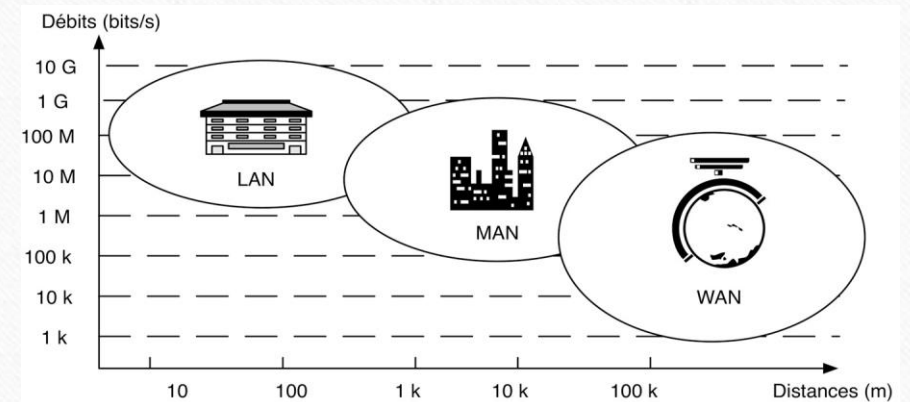
On peut classer les réseaux par:

- Le débit.
- Leur étendue.
- Leurs objectifs.
- Le type de transmission.
- Leur technique de transfert.
- La qualité de service.

Les types de réseaux informatiques

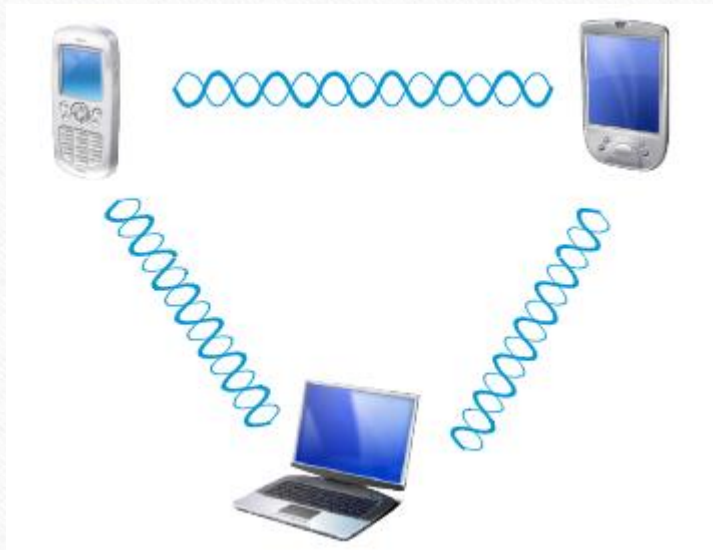
Nous pouvons classer les réseaux informatiques selon la distance maximale entre les équipements, vitesse de transfert de données ainsi que leur étendue.

- **PAN** (*Personal Area Network*)
- **LAN** (*Local Area Network*)
- **MAN** (*Metropolitan Area Network*)
- **WAN** (*Wide Area Network*)
- **SAN** (*Storage Area Network*)
- **VPN** (*Virtual Private Network*)



Réseaux PAN (*Personnal Area Network*)

Le réseau **PAN** permet d'assurer l'interconnexion des appareils électroniques personnels (*Téléphone, PDA, Portable, Oreillettes,...*) dans une zone très limitée (*dizaine de mètres*). Ce type de réseau utilise souvent les technologies sans fil telles que **Bluetooth**, l'**infrarouge (IR)**,...



Réseaux LAN (*Local Area Network*)

Le réseau LAN relie des machines et des équipements situés dans une zone géographique réduite (**<10 km**), ce qu'il faut retenir, c'est que les réseaux LAN:

- Placés sous un même contrôle administratif.
- Utilisent généralement des protocoles Ethernet ou sans fil.
- Prennent en charge des débit de données très élevés.
- Relient physiquement des unités adjacentes (ex: petite entreprise, campus,..).

Remarque:

Le terme ***Intranet*** est souvent utilisé quand on parle d'un réseau LAN dont les services (ex: serveur web, serveur de messagerie) sont accessibles uniquement par ses membres et à partir des machines du réseau LAN.

Réseaux LAN (*Local Area Network*)

Voici quelques équipement couramment utilisés pour la mise en place d'un réseau LAN



Routeur



Pont



Commutateur Ethernet

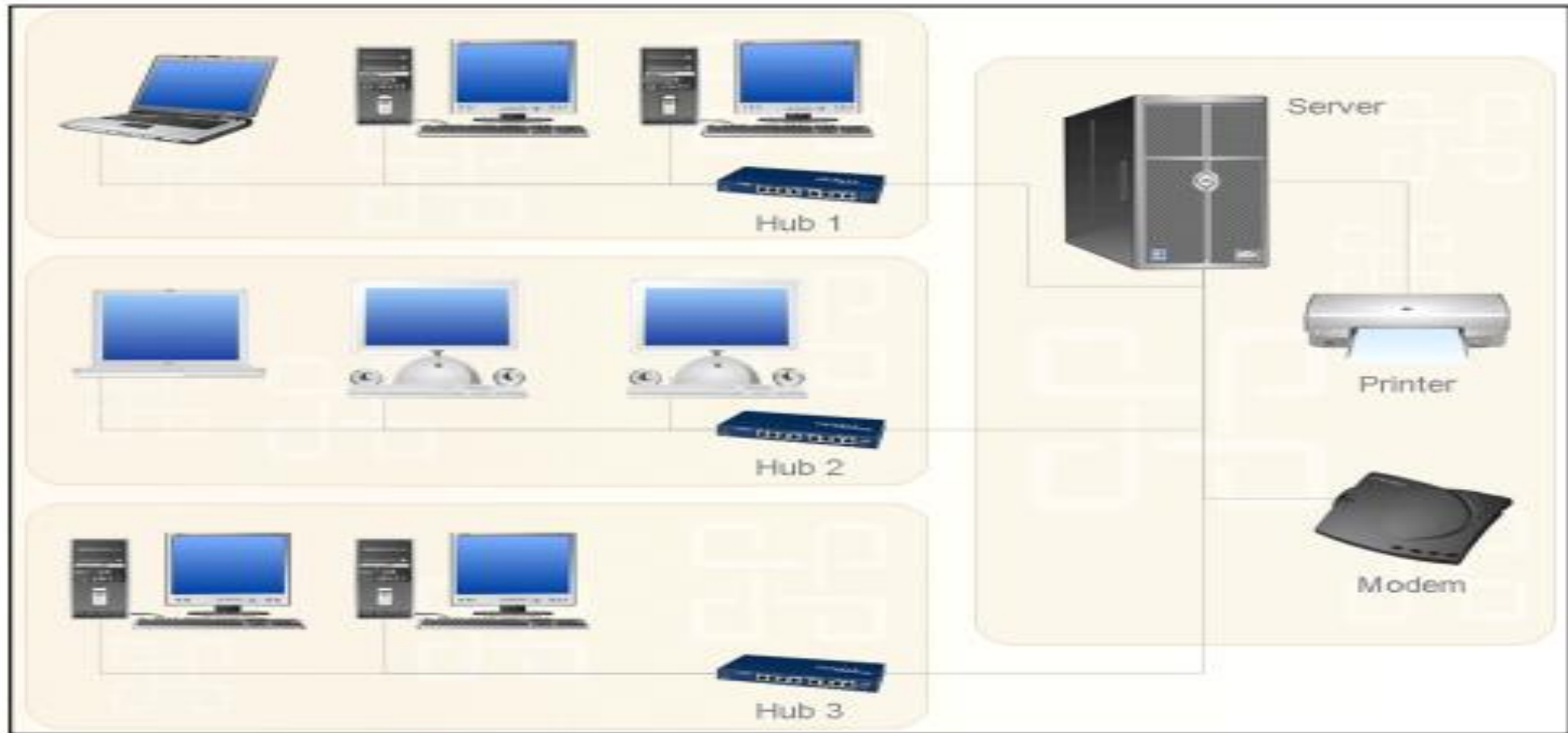


Commutateur ATM



Concentrateur

Réseaux LAN (*Local Area Network*)

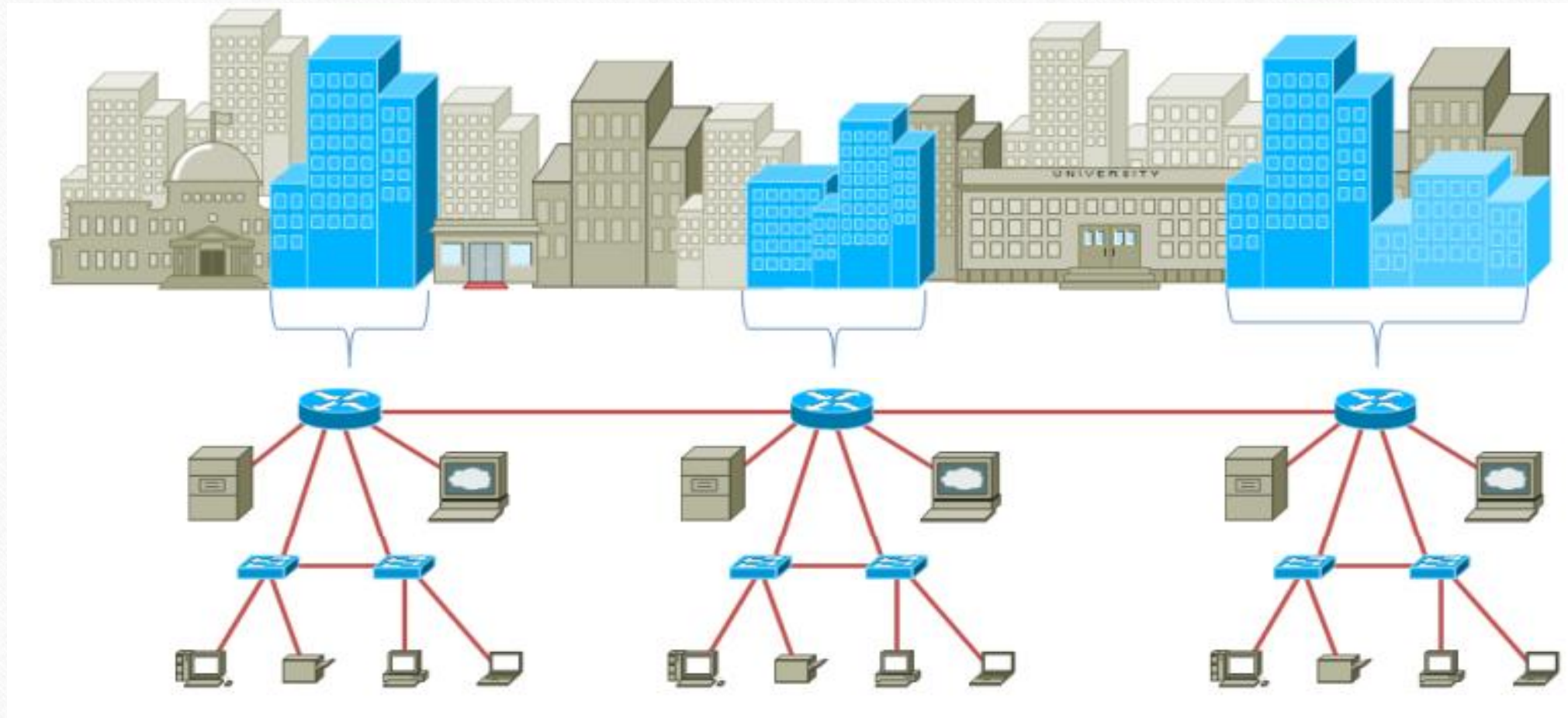


Réseaux MAN (*Metropolitan Area Networ*)

Les réseaux MAN (*réseaux métropolitains*) interconnectent *plusieurs réseaux LAN* situés dans des zones qui sont géographiquement proches (**quelques dizaines de kilomètres, ex: des LAN répartis dans une même ville**). Ainsi:

- Le MAN permet aux machines appartenant à plusieurs réseaux LAN différents de se communiquer comme s'ils faisaient partie d'un même LAN.
- Les réseaux LAN composés le MAN sont interconnectés par des routeurs et des commutateurs.
- Généralement des fibres optiques sont utilisées pour assurer des transferts à haut débit.
- Se trouvent souvent en ville dans des zones publiques.

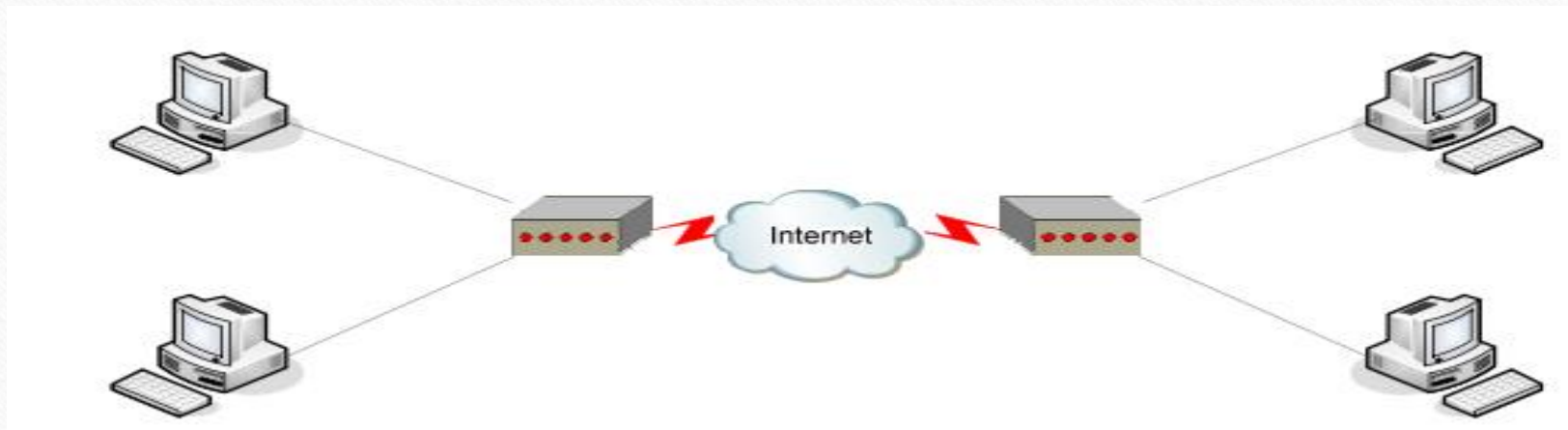
Réseaux MAN (*Metropolitan Area Networ*)



Réseaux WAN (*Wide Area Network*)

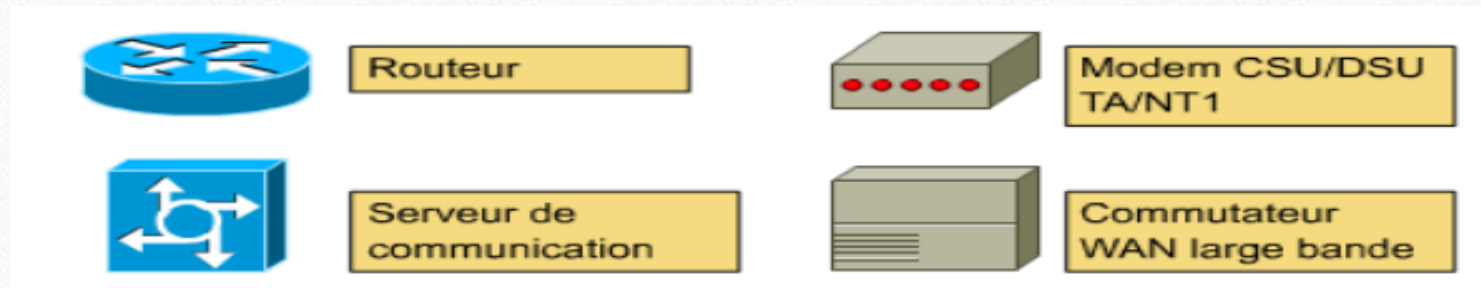
Un réseaux **WAN** (ou *réseau étendu*) interconnectent plusieurs réseaux LAN situés dans une grande zone géographique (*à l'échelle d'un pays*), généralement est considéré comme étant un réseau d'**opérateur** (ex: *réseau Maroc telecom,...*).

- On le représente souvent par un nuage.
- **Exemple:** Internet.



Réseaux WAN (*Wide Area Network*)

- Les réseaux WAN sont construits à l'aide des équipements suivants:



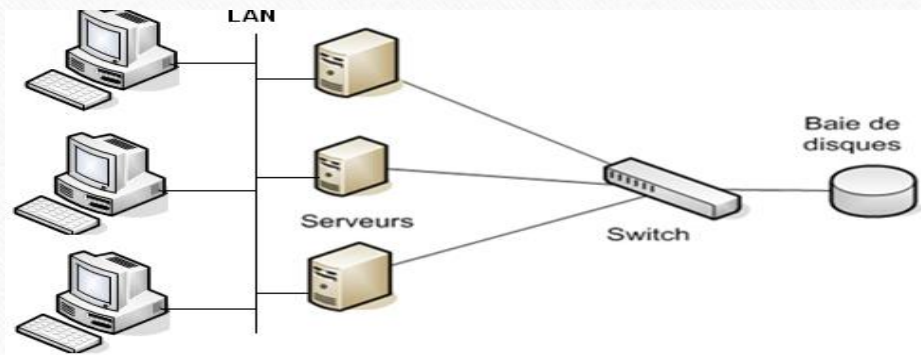
- Quelques technologies couramment utilisées dans les réseaux **WAN**:

- ☐ Modems
- ☐ RNIS (réseau numérique à intégration de services)
- ☐ DSL (Digital Subscriber Line)
- ☐ Frame Relay
- ☐ ATM (Asynchronous Transfer Mode)

Réseaux SAN (*Storage Area Network*)

Le réseaux SAN (ou *réseau de stockage*) est un réseau complet dédié au stockage des données, il regroupe entre autres:

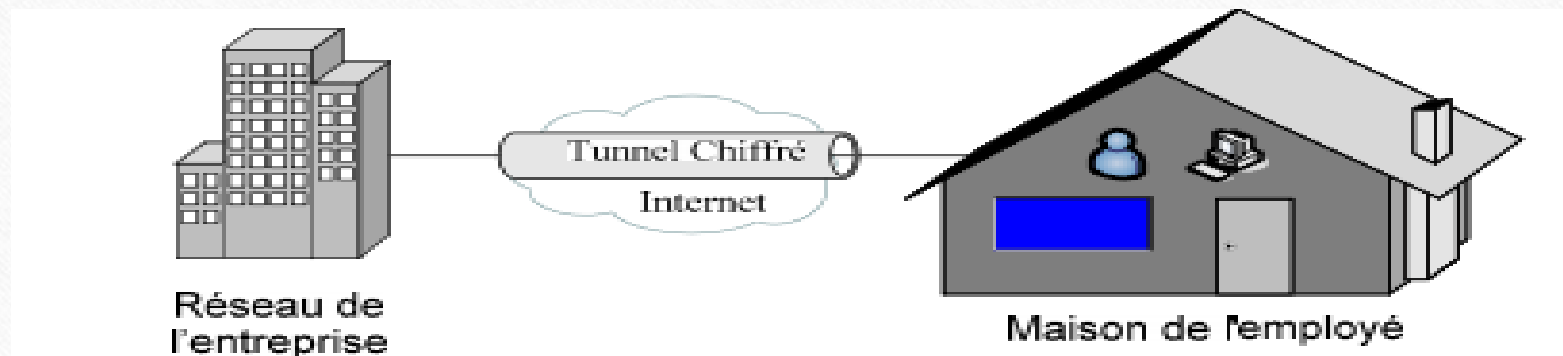
- Un réseau très haut débit (fibre optique).
- Des équipements d'interconnexion dédiés (switchs, ponts,...).
- Des éléments de stockage (des disques durs) reliés au réseau.
- Un mécanisme assurant la duplication des données (en cas de panne).
- Partage des données dans un environnement hétérogène (windows, linux,...).



Réseaux VPN (*Virtual Private Network*)

Le VPN (*réseau privé virtuel*) est un réseau qui s'appuie sur un autre réseau (**ex: internet**), Ainsi le VPN:

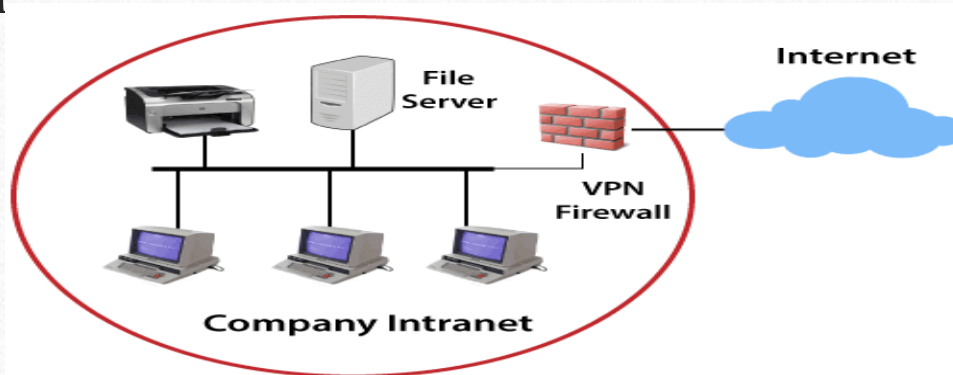
- Connecter plusieurs entités d'une entreprise (sièges, agences, dépôts,...).
- Connecter un employé à distance au réseau de son entreprise.
- La connexion se fait de façon sécurisée à travers le réseau internet.
- Le terme **tunnel** est souvent utilisé pour symboliser le fait que les données circulant à travers l'internet sont **cryptées** (chiffrées).
- Une authentification est souvent nécessaire pour se connecter au réseau VPN.



Internet & Intranet

Internet : est un ensemble mondial de réseaux interconnectés et dont personne n'est propriétaire, qui garantit l'échange d'informations sur différents types de supports et technologies (fils téléphonique, fibre optique, sans fil, satellite,...).

Intranet : Ce terme est souvent utilisé pour faire référence un réseau LAN privé qui appartient à une entreprise ou une organisation auquel peuvent accéder uniquement ses employés. n'est généralement accessible que depuis l'entreprise.



V. La bande passante

Définition 1.5 (bande passante)

La bande passante d'un réseau est sa capacité ou la quantité de données maximale pouvant être transférée en une période de temps donnée. Se mesure en bit par seconde (**bits/s**).

Plusieurs facteurs rendent la bande passante importante :

- Elle est limitée par des facteurs physiques et technologiques.
- Elle n'est pas gratuite (il faut l'acquérir auprès d'un fournisseur d'Internet).
- Elle est indispensable pour analyser les performances d'un réseau.
- Les besoins en bande passante ne cessent de croître.
- Elle est essentielle à une bonne compréhension de circulation des données sur le réseau (problème de congestion).

V. La bande passante

Les unités de la bande passante

- L'unité de la bande passante est le bit par seconde (bit/s), ce qui mesure la quantité de bits d'information que l'on peut transférer d'un endroit à l'autre en une seconde.

Ce tableau montre les différentes unités utilisées pour mesurer la bande passante :

Unité	Abréviation	Equivalence
Bits par seconde	bits/s	1bit/s = Unité fondamentale
Kilobits par seconde	Kbits/s	1 kbits = 1 000 bits/s = 10^3 bits/s
Mégabits par seconde	Mbits/s	1 Mbits = 1 000 000 bits/s = 10^6 bits/s
Gigabits par seconde	Gbits/s	1 G bits = 1 000 000 000 bits/s = 10^9 bits/s



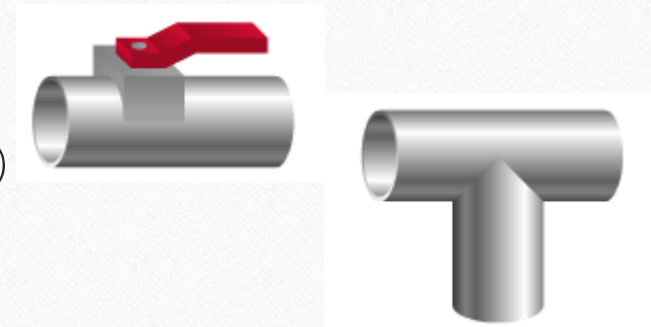
VI. Le débit

Définition 1.6 (débit)

Le débit est la bande passante réelle mesurée à un moment précis de la journée, le débit est souvent inférieur à bande passante prise en charge par les médias utilisés.

Les facteurs influençant le débit :

- Type des périphériques réseau (commutateur, concentrateur, routeurs, ponts,...)
- Type de média (câble, fibre optique, sans fil)
- Nombre d'utilisateurs sur le réseau
- Topologie de réseau (bus, anneau, étoile...)
- Votre ordinateur (Carte réseau, Vitesse CPU, RAM,...)
- Le serveur interrogé
- Type de données transmises
- L'heure de jour



Calcul du temps de transfert des données

Nous distinguons deux mesures permettant de calculer le temps nécessaire pour le téléchargement d'un fichier :

- **Temps théorique** : (ou Téléchargement idéal)

$$T = \frac{\textit{Taille du fichier (bits)}}{\textit{Band passante (bits/s)}}$$

- **Temps réel** : (ou Téléchargement type)

$$T = \frac{\textit{Taille du fichier (bits)}}{\textit{Débit réel au moment de transfert (bits/s)}}$$

Calcul du temps de transfert des données

Exemple

Combien de **temps théorique** faut-il pour télécharger un fichier de 1 **Go** avec une connexion dont la **bande passante** est 3 **Mbit/s**

$$\begin{aligned} \square \text{ Taille de fichier en bit : } & \overset{\text{Go}}{\text{Go}} = 1 \times \overset{\text{Mo}}{1024} \times \overset{\text{Ko}}{1024} \times \overset{\text{o}}{1024} \times 8 \text{ bits} \\ & = 8\,589\,934\,592 \text{ bits} \end{aligned}$$

$$\square \text{ Débit en bit : } \overset{\text{Mb}}{3 \text{ Mbits/s}} = 3 \times \overset{\text{Kb}}{1000} \times 1000 \text{ bits/s} = 3\,000\,000 \text{ bits/s}$$

$$T = \frac{8\,589\,934\,592 \text{ (bits)}}{3\,000\,000 \text{ (bits/s)}} = 2863 \text{ s} = 47 \text{ mins } 43 \text{ s}$$

Calcul du temps de transfert des données

Exemple

Pour télécharger le fichier de **1 Go**, nous ne disposons que d'un débit de **512 kbit/s** à cet instant. Combien de **temps (réel)** faut-il pour le télécharger ?

□ Taille de fichier en bit : $1 \overset{\text{Go}}{\text{GO}} = 1 \times 1024 \times 1024 \times 1024 \times 8 \text{ bits}$
 $= 8\,589\,934\,592 \text{ bits}$

□ Débit en bit : $512 \overset{\text{Kb}}{\text{Kbits/s}} = 512 \times 1000 \text{ bits/s} = 512\,000 \text{ bits/s}$

$$T = \frac{8\,589\,934\,592 \text{ (bits)}}{512\,000 \text{ (bits/s)}} = 16777 \text{ s} = 4 \text{ h } 39 \text{ mins } 37 \text{ s}$$

VII.Modèles OSI & TCP-IP

Normalisation : a pour objet de fournir des documents de référence comportant des solutions à des problèmes techniques et commerciaux concernant les produits, biens et services qui se posent de façon répétée dans des relations entre partenaires économiques, scientifiques, techniques et sociaux.

Norme : est un document qui définit des exigences, des spécifications, des lignes directrices ou des caractéristiques à utiliser systématiquement pour assurer l'aptitude à l'emploi des matériaux, produits, processus et services.

Les **Normes internationales** garantissent des produits et services sûrs, fiables et de bonne qualité. Pour les entreprises, elles sont des outils stratégiques permettant d'abaisser les coûts, en augmentant la productivité et en réduisant les déchets et les erreurs.

VII.Modèles OSI & TCP-IP

Définition 1.7 (Protocole)

Un **protocole** décrit un ensemble de règles utilisées par les équipements pour établir une communication ou échanger des données. Ces protocoles peuvent concerner la **connexion** des équipements, la gestion de la **communication** ou la nature des **informations** échangées.

VII.Modèles OSI & TCP-IP

Pour chacun des blocs fonctionnels décrits précédemment, un ensemble de protocoles sont définis :

- au niveau de la **gestion de la connexion**, des protocoles décrivent les opérations qui s'enchaînent pour assurer l'ouverture, la gestion et la fermeture de cette connexion (l'internaute connecte le modem ADSL de sa box, son FAI – Fournisseur d'Accès Internet – l'authentifie puis lui fournit un accès...);
- au niveau du **service**, des protocoles décrivent les commandes et les réponses permettant de transférer et de traiter les données. Par exemple, dans le cas de HTTP, il s'agit de l'envoi d'une page web d'un serveur vers le navigateur d'un client.
- au niveau de la **communication**, des protocoles tels TCP gèrent le transport des données entre deux machines en s'appuyant sur la connexion précédemment établie ;

VII.Modèles OSI & TCP-IP

Système en couche

Le but de ce modèle en couche est de séparer le problème en différentes parties (**couches**) selon leur niveau d'abstraction, c.-à-d. d'analyser la communication en découpant les différentes étapes en 7 couches ; chacune de ces couches remplissant une tâche bien spécifique :

Exemple :

- Analyse d'un réseau en couche
- Quelles sont les informations qui circulent ?
- Sous quelle forme circulent-elles ?
- Quel chemin empruntent-elles ?
- Quelles règles s'appliquent aux flux d'informations ?

Qu'est-ce qui circule?

Sous quelles formes?

Quelles règles régissent le flux?

Où cette circulation se fait-elle?

Modèle OSI (Open Systems Interconnections)

La première évolution des réseaux informatiques a été des plus anarchiques, chaque constructeur développant presque sa propre technologie. Le résultat de cela était une quasi-impossibilité de connecter différents réseaux entre eux. Pour pallier à cela, l'ISO (Institut de normalisation) décida de mettre en place un modèle de référence théorique décrivant le fonctionnement des communications réseau :

Modèle OSI (Open Systems Interconnections)

Le modèle OSI a été développé en 1984 par ISO (Organisation internationale de normalisation) afin de faire face à l'incompatibilité entre les réseaux des différents constructeurs de l'époque (ex: SNA, DecNET,...) . Parmi ses objectifs:

- Utilisé comme modèle de référence.
- Permet aux réseaux des différents constructeurs de s'interconnecter.
- Séparer les communications en 7 couches selon leur niveau d'abstraction.
- Analyser les communications réseaux en étapes.
- Identifications des informations circulant dans le réseau.
- Sélection des chemins pour atteindre le destinataire.
- Unification des règles régissant le réseau.

Modèle OSI (Open Systems Interconnections)

Les couches du modèle OSI

Le modèle OSI comporte sept couches représentées de la manière suivante :



Figure 1.5 : Les sept couches du modèle de référence OSI de l'ISO.

Modèle OSI (Open Systems Interconnections)

La couche application :

La couche la plus proche de l'utilisateur. Elle fournit des services réseau aux applications de l'utilisateur. Elle crée une interface **directe** avec le reste du modèle OSI par le biais d'applications réseau (navigateur Web, messagerie électronique, protocole FTP (Filezilla), Telnet, etc.).

- Pour vous souvenir des fonctions de cette couche, pensez aux **navigateurs**.
- Unité de données : **Données**

Modèle OSI (Open Systems Interconnections)

La couche présentation :

Elle assure que les informations envoyées par la couche application de l'émetteur sont lisibles par la couche application du récepteur. Cette étape comporte : le **cryptage, compression et décompression** des données.

- Pour vous souvenir des fonctions de cette couche, pensez à un **format de données courant**.
- Unité de données : **Données**

Modèle OSI (Open Systems Interconnections)

La couche session :

Elle permet l'ouverture, la gestion et la fermeture d'une session entre deux applications communicantes. Elle synchronise également le **dialogue** entre les couches de présentation des deux hôtes et gère l'échange des données. Permet **l'aiguillage** des données selon les applications qui utilisent le même réseau simultanément.

- Pour vous souvenir des fonctions de cette couche, pensez aux **dialogues** et aux **conversations**.
- Unité de données : **Données**

Modèle OSI (Open Systems Interconnections)

La couche transport :

segmente les données envoyées de l'émetteur et à la couche transport du récepteur de reconstituer le flux de données en les remettant dans le bon ordre, cette couche permet également :

- Contrôle du transport de bout en bout de manière fiable et précise.
- Contrôle du flux d'informations.
- Assure le Découpage, le réassemblage des informations et la cohérence des données.
- Protège les couches supérieures des détails d'implémentation du transport.
- Pour vous souvenir des fonctions de cette couche, pensez à qualité de service (QoS) et la fiabilité.
- Unité de données : **Segment**

Modèle OSI (Open Systems Interconnections)

La couche réseau :

Elle gère l'**acheminement des données** à travers le réseau en assurant le routage des paquets de données entre les nœuds du réseau. Elle assure la **connectivité** et la **sélection du chemin** entre deux systèmes hôtes pouvant être situés sur des réseaux géographiquement éloignés.

- Pour vous souvenir des fonctions de cette couche, pensez à la **sélection du chemin**, au **routage** et à l'**adressage (IP)**.
- Unité de données : **Paquet**

Modèle OSI (Open Systems Interconnections)

La couche liaison de données :

Assure un **transfert fiable** des données sur une liaison physique. Ainsi, Elle s'occupe de **l'adressage physique (MAC)**, de la **topologie du réseau**, de l'accès au réseau, de la notification des erreurs, de la livraison ordonnée des trames et du contrôle de flux.

➤ Pour vous souvenir des fonctions de cette couche, pensez aux **trames et aux adresses MAC**.

➤ Unité de données : **Trame**

Modèle OSI (Open Systems Interconnections)

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. Les données sont transmises sous forme **binaire** et traduites par des **impulsions électriques** ou **lumineuses**.

- Pour vous souvenir des fonctions de cette couche, pensez aux **signaux** et aux **médias**.
- Unité de données : **Bit**

PDU (Protocol Data Unit) & Services

Unité de données de protocole (PDU)

- **PDU**: unité d'information échangée entre deux couches homologues.
- **(N)-PDU**: unité de données pour une couche **N** comprenant: **(N+1)-PDU** et une information de contrôle **(N)-PCI** (Protocol control information ou **en-tête**).
- **(N)-SDU (N-Service Data Unit)** : Ensemble de données provenant de la couche supérieure **((N+1)-PDU)** et qui doivent être transportées par la couche **N**.

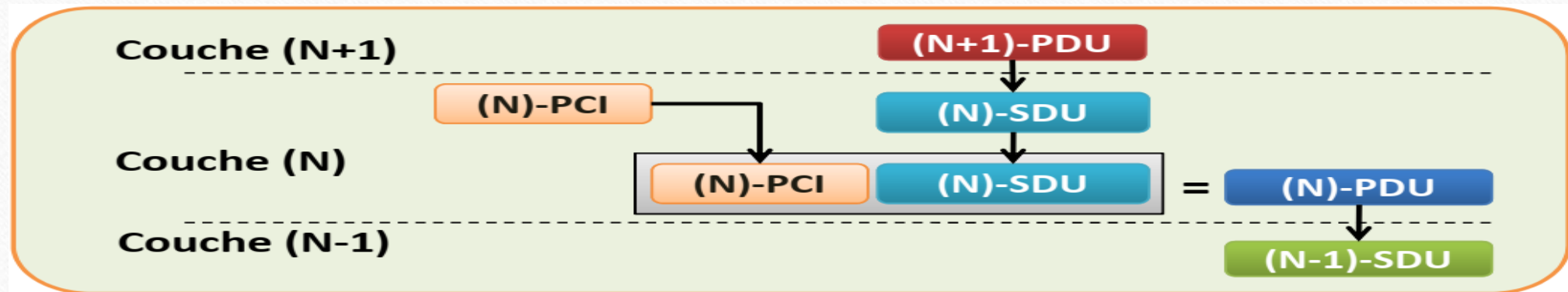


Figure 1.6 : Constitution d'un PDU

PDU (Protocol Data Unit) & Services

Protocoles & Services

- **Protocole (N)** : Ensemble de règles et de conventions régissant une communication entre deux couches homologues de niveau N.
- **Services (N)** : Ensemble d'actions effectuées au niveau de la couche N afin de rendre service à la couche N+1.

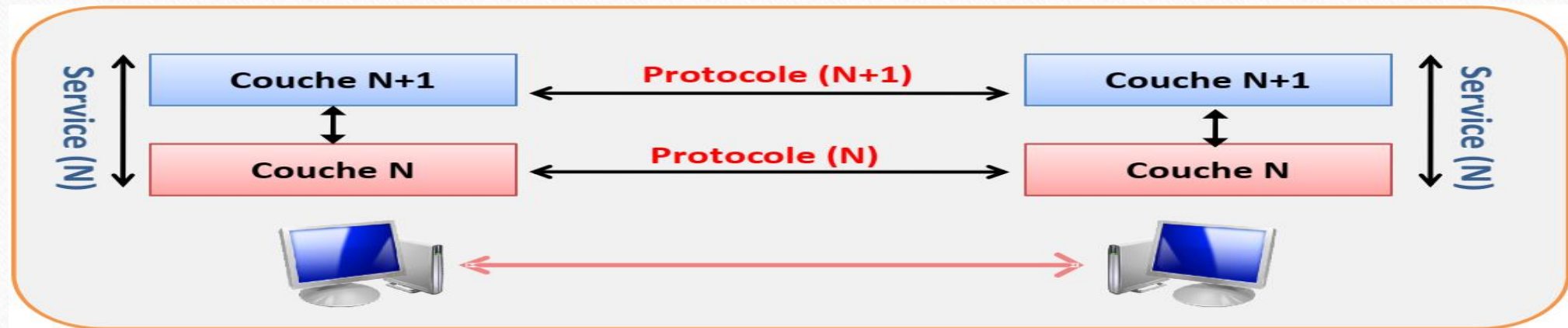


Figure 1.7 : Protocole et services

Encapsulation & Décapsulation

Définition 1.7 (L'encapsulation)

L'encapsulation : processus qui consiste à ajouter un bloc de données (des informations spécifiques) (**en-tête** ,...) à une unité de donnée d'un protocole (**Protocol Data Unit (PDU)**) à chaque passage par une couche d'abstraction.

L'encapsulation est exécutée lors de l'envoi par l'émetteur.

- Les données passent de la couche la plus haute vers la couche la plus basse.

La décapsulation est exécutée lors de la réception par le récepteur.

- Les données passent de la couche la plus basse vers la couche la plus haute.

Encapsulation & Décapsulation

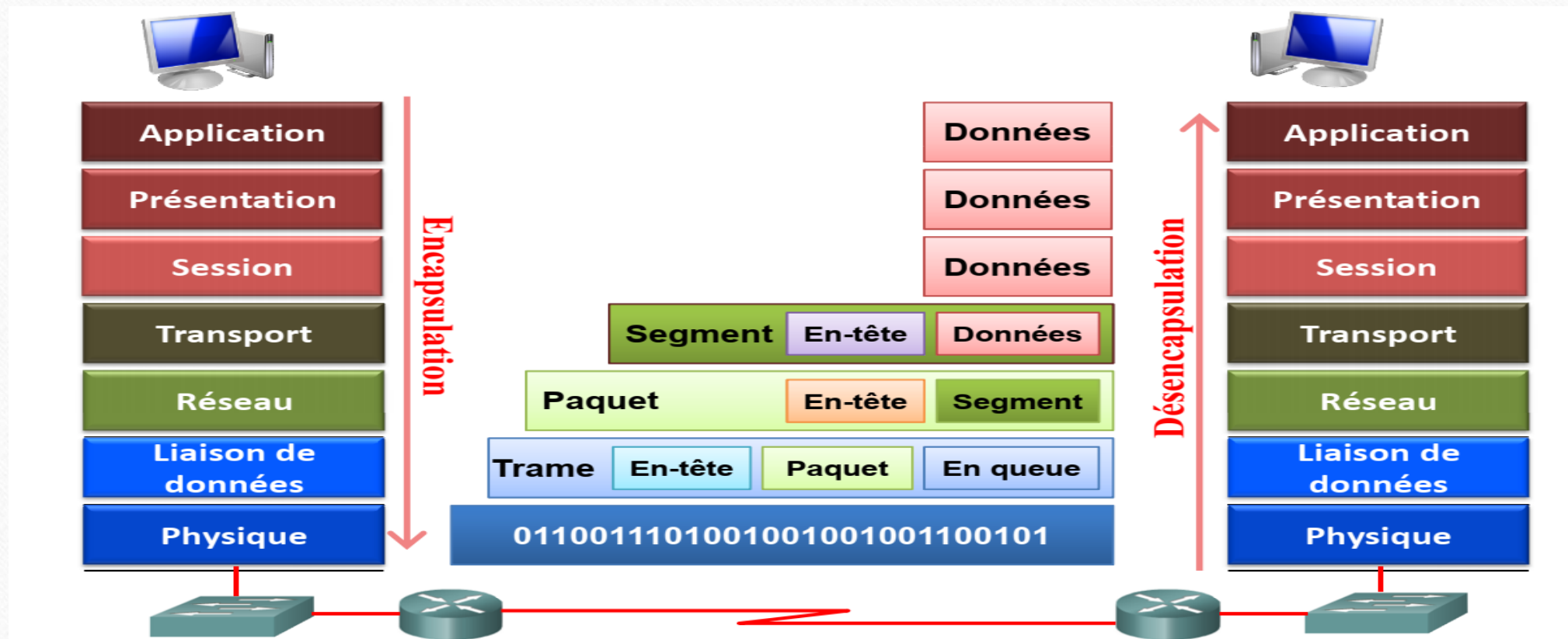


Figure 1.8 : Encapsulation et décapsulation des données par le modelé OSI.

Modèle TCP/IP (Transmission control protocol / Internet protocol)

Le modèle TCP/IP crée par le ministre de la défense américain, et parmi ses objectifs :

- Qu'il soit capable de **résister à toutes les conditions**, même en guerre.
- **Communication décentralisée** : le réseau doit être capable de résister à toute attaque.
- **Compatibilité** avec toute sorte de liaisons: **câbles, fibre optique, satellite,....**
- Communication en **4 couches**.
- Les réseaux actuels sont construits avec **TCP/IP** (c'est sur lui que repose **l'internet** actuel)
- Le modèle **TCP/IP** est basé sur le **modèle de référence OSI**, mais avec des services différents.
- TCP/IP a été développé en tant que norme ouverte

Comparaison du modèle TCP/IP et du modèle OSI

- **OSI** et **TCP/IP** : sont tous les deux des modèles de communication en couche et utilisent l'encapsulation des données.
- **TCP** regroupe certaines couches du modèle **OSI**.
- **OSI** n'est qu'un modèle de référence (théorique), tandis que **TCP** c'est sur lui que repose le réseau internet actuel.

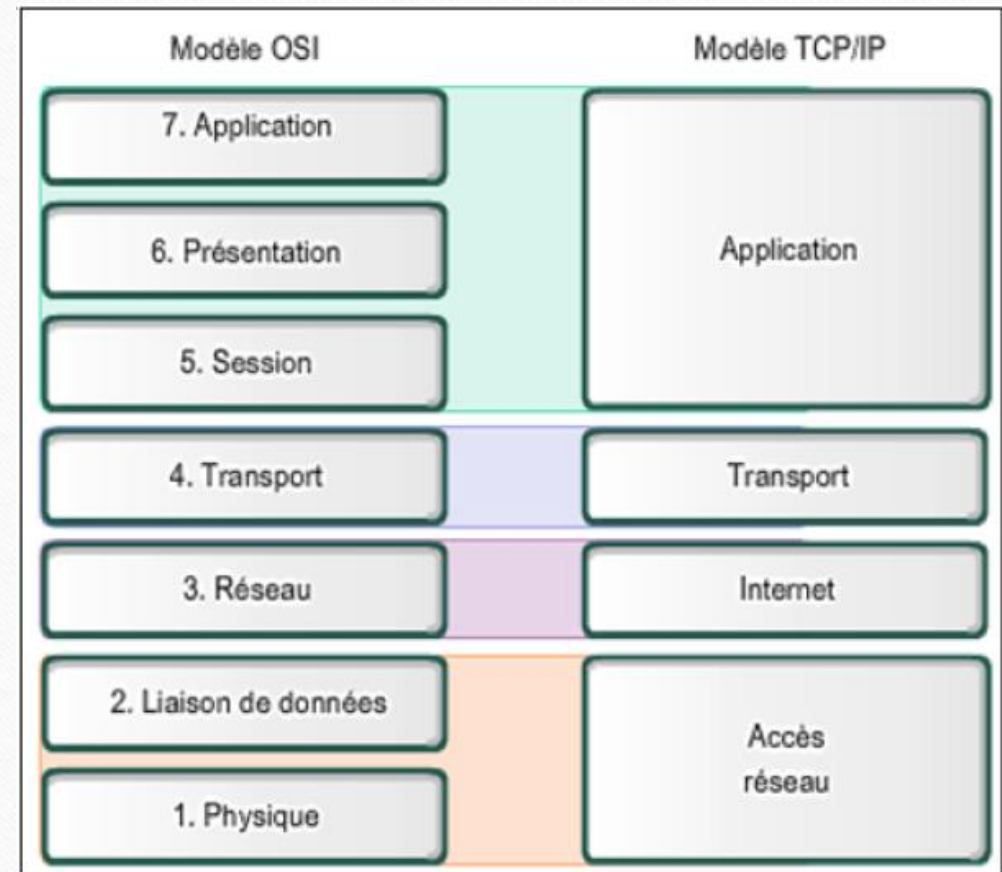


Figure 1.9 : Comparaison OSI - TCP/TP

Modèle TCP/IP: Protocoles

En pratique le modèle TCP / IP est implémenté par un ensemble de protocoles répartis à travers les 4 couches. Le schéma suivant essaie de donner quelques exemples de protocoles correspondant à chacune des couches du modèle TCP/IP.

Exemple d'application

- Messagerie : SMTP, POP, IMAP, etc.
- Transfert de fichier : TCP, UDP.
- Navigateur web: HTTP, HTTPS, etc.

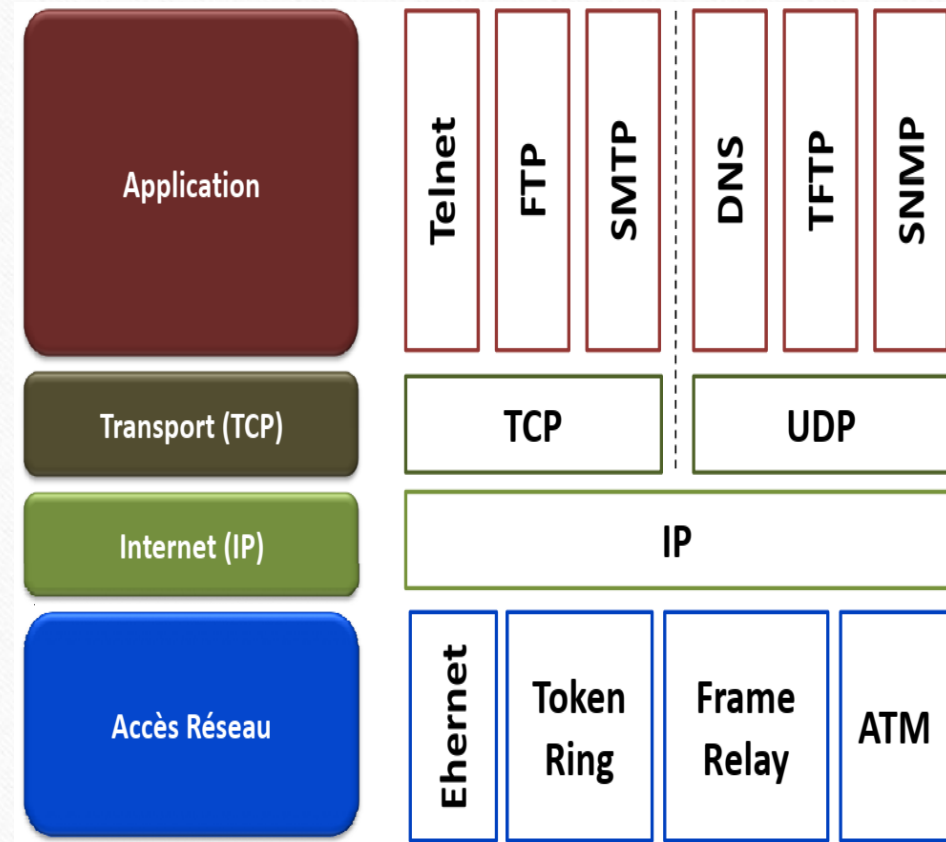


Figure 1.10 : Comparaison OSI - TCP/TP

Protocoles orientés & non-orientés connexion

Nous pouvons classer les protocoles (de la couche application) en deux catégories:

Protocoles orientés connexion: on parle également d'une communication en mode connecté (ou avec connexion), ce mode de communication passe en trois phases:

- Etablissement de la connexion entre les deux entités communicantes
- Le transfert de données et contrôle de données
- La fermeture de la connexion.
- TCP est un exemple de protocole orienté connexion

Protocoles orientés & non-orientés connexion

Nous pouvons classer les protocoles (de la couche application) en deux catégories:

Protocoles non-orientés connexion: s'appelle aussi communication en mode non-connecté (ou sans connexion):

- Transfert de données sans connexion
- Pas de contrôle de flux
- Pas de garanti sur la bonne livraison des données
- UDP est un exemple de protocole non-orienté conne

VIII. Les topologies

Définition 1.7 (Topologie)

Une **topologie** définit la façon dont les unités de réseaux sont connectées entre elles, Nous distinguons deux types de topologies:

La topologie physique : désigne les connexions physiques et identifie la façon dont les périphériques finaux et les périphériques d'infrastructure tels que les routeurs, les commutateurs et les points d'accès sans fil sont interconnectés.

La topologie logique : décrit comment les équipements communiquent entre eux. Ainsi que la manière dont un réseau transfère les trames d'un nœud à l'autre.

La topologie en bus

Perspective physique: tous les hôtes sont reliés directement au même câble (généralement coaxial).

Perspective logique: les données envoyées par un hôte peuvent être vues par tous les hôtes de réseau.

Remarque : C'est la topologie la plus simple. En revanche, elle représente quelques faiblesses: En cas de rupture de câble commun tout le réseau tombe en panne.

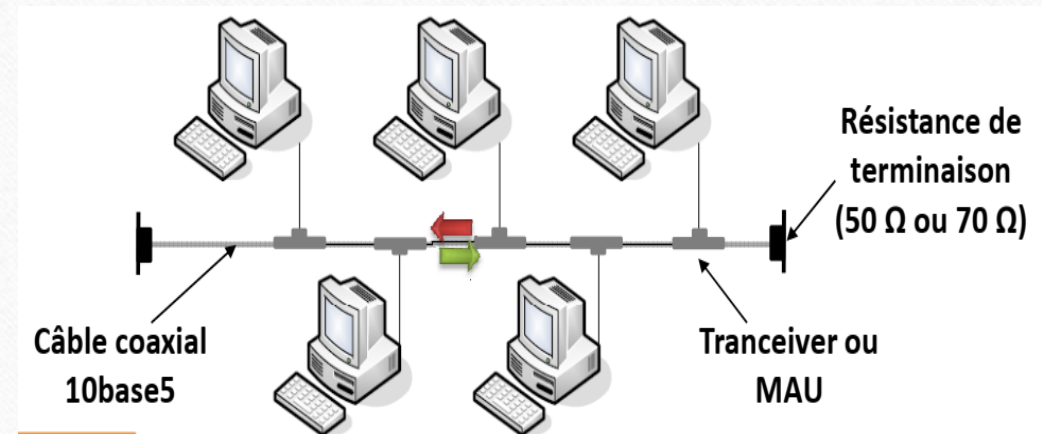


Figure 1.11 : La topologie en bus

La topologie en anneau

Perspective physique: les hôtes sont chaînés sous forme d'un anneau (en boucle).

Perspective logique: chaque hôte passe les données à ses voisins (dans un sens unique), chacun à son tour.

Remarque : Le mécanisme de communication sur le réseau est matérialisé par un **jeton d'anneau** qui passe de poste en poste permettant le transport des données sur le réseau. Ce protocole est connu sous terme de **Token Ring**.

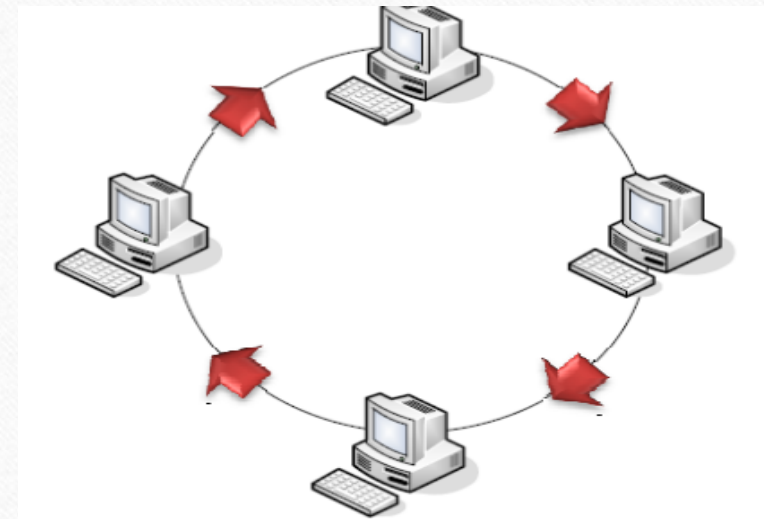


Figure 1.12 : La topologie en anneau

La topologie en étoile

Perspective physique: les hôtes sont reliés à un périphérique réseau central (généralement un commutateur ou concentrateur).

Perspective logique: toutes les données passent obligatoirement par l'équipement central.

Remarque : Une topologie étendue est une topologie dont plusieurs topologies en étoiles reliées par un périphérique réseau central (généralement un routeur, commutateur ou concentrateur). C'est la topologie la plus couramment utilisée.

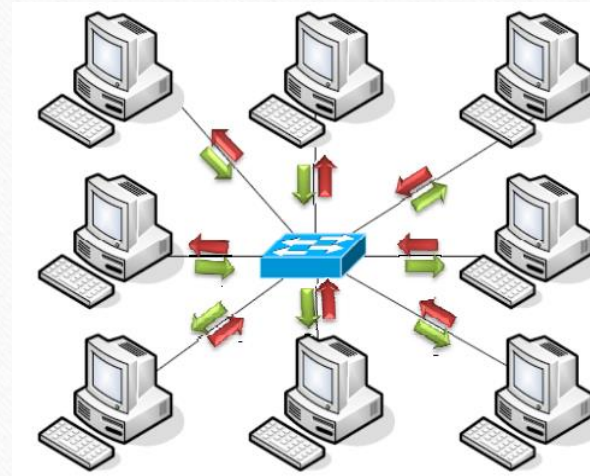


Figure 1.13 : La topologie en étoile

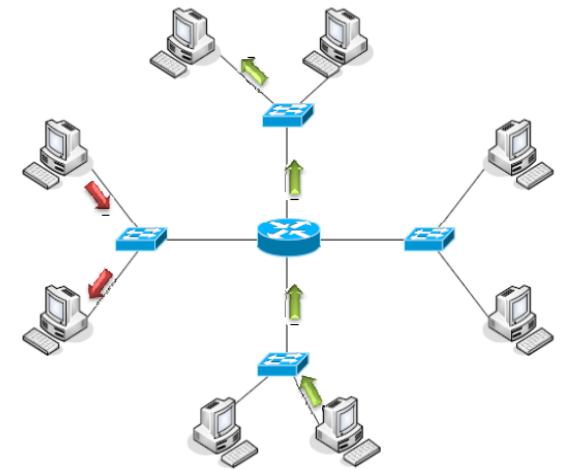


Figure 1.14 : La topologie en étoile étendue

La topologie complète (maillée)

Perspective physique: chaque hôte est connecté avec tous les autres.

Perspective logique: dépend de l'équipement utilisé.

Remarque : Cette topologie est utilisée dans des structures qui n'acceptent pas des ruptures de communication (ex: contrôle des centres nucléaire, routeur assurant la connexion internet).

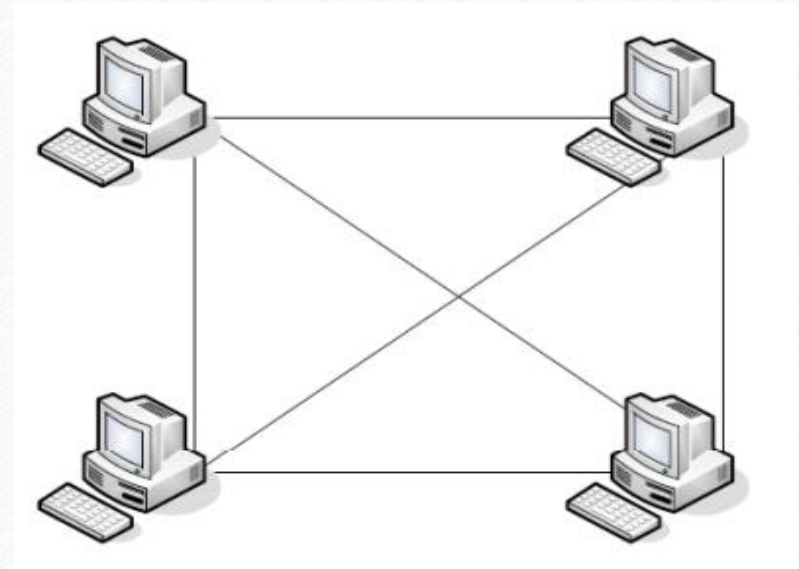


Figure 1.15 : La topologie complète (maillée)

La topologie hiérarchique

Perspective physique: les hôtes sont constitués d'un ensemble de réseaux étoiles reliés entre eux en niveaux formant une arborescence.

Perspective logique: le flux de données est hiérarchique.

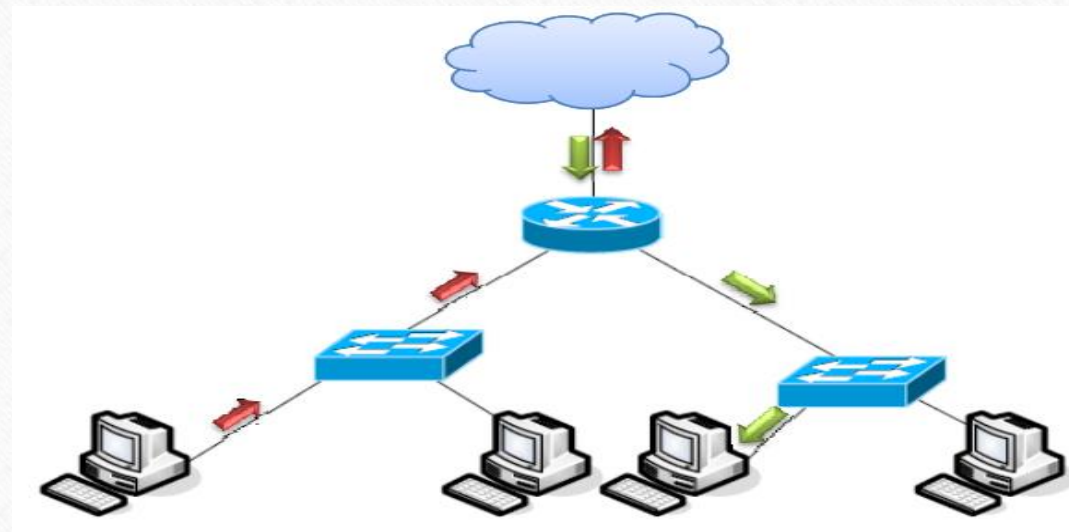


Figure 1.16 : La topologie hiérarchique

Les structures de réseau hybride

Une **structure de réseau hybride** est un mélange de différentes structures de réseau. Lorsqu'il s'agit d'un réseau de grande taille, cette structure peut comporter à la fois les différentes topologies de base (en anneau, en étoile, en bus...).

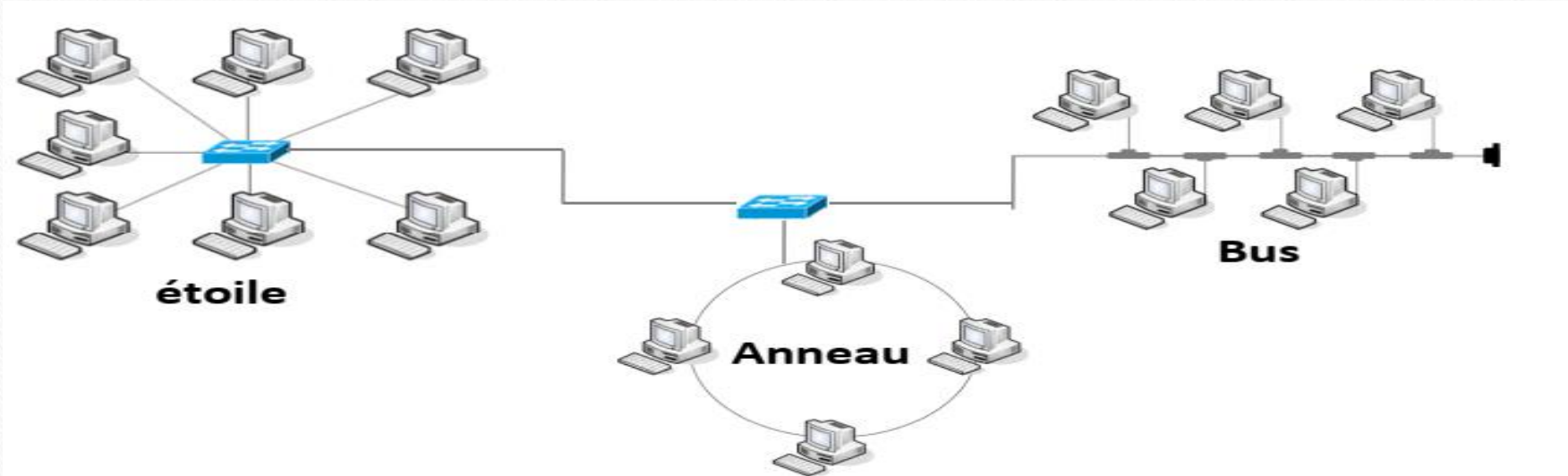


Figure 1.17 : La topologie hybride

IX. Les adresses IP (Internet Protocol)

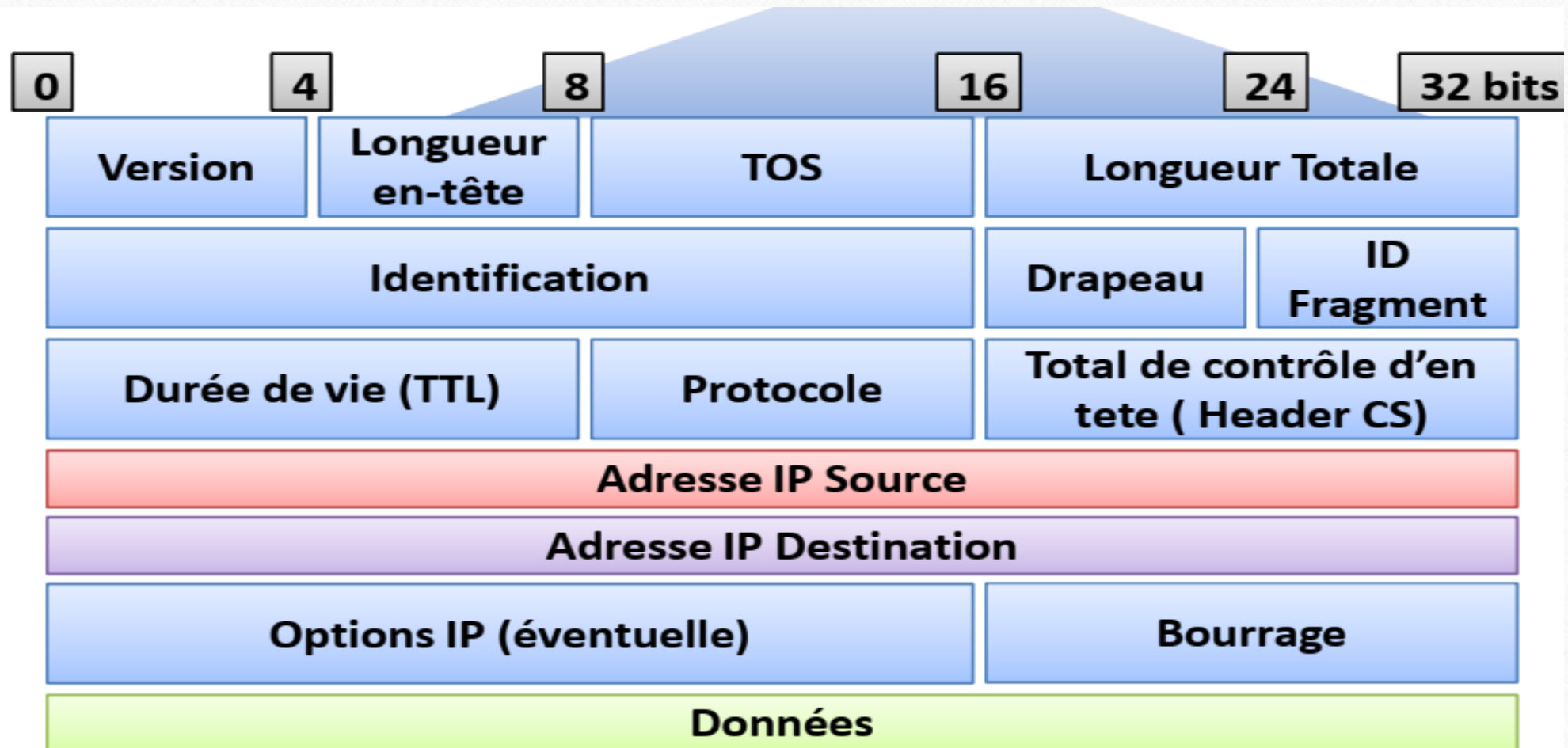
Format d'un datagramme IP (paquet)

Les paquets de la couche réseau transmis par IPv4 sont appelés des datagrammes et comporte en général deux parties :

- **En-tête IP** : indique les données caractérisant le paquet.
- **Données** : contient les données provenant de la couche supérieure, à savoir le segment de la couche Transport.

IEEE 802.3						
7	1	6	6	2	de 46 à 1500	4
Préambule	Délimiteur de début de trame	Adresse de destination	Adresse source	Type ou longueur	En-tête et données 802.2	Séquence de contrôle de trame

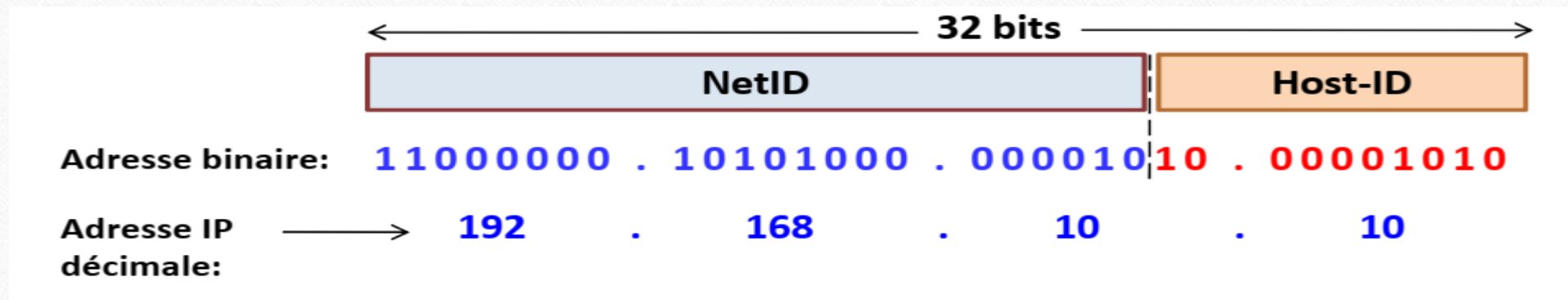
Format d'un datagramme IP (paquet)



Structure de l'adresse IP

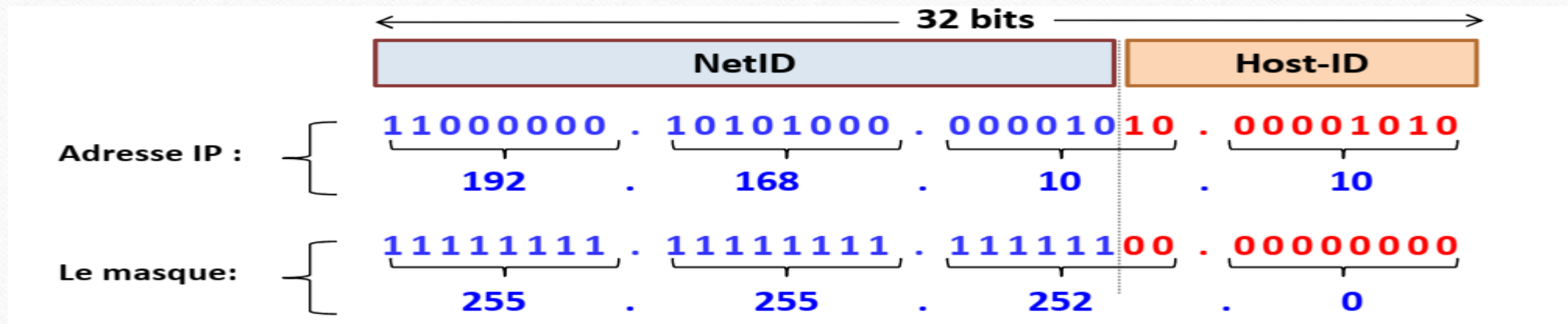
Une **adresse IP** (Internet Protocol) est un nombre de **32 bits** noté sous forme de 4 nombres entiers séparés par des points attribué à chaque hôte et aux routeurs afin de l'identifier sur le réseau auquel il est connecté. On en distingue deux parties :

- **Identificateur de réseau NetID**: c'est la partie des bits à gauche, identique pour toutes adresses d'un même réseau.
- **Identificateur d'hôte Host-ID**: c'est la partie droite, il identifie un hôte ou un routeur au sein d'un réseau.



Masque de sous-réseau

- Le masque est une suite de **32 bits** défini par une suite de 1 consécutifs suivi des 0, et représenté sous forme de 4 nombres entiers séparés par des points.
- Les masques permettent d'indiquer quelle partie de l'adresse IP correspond à la partie réseau **NetID** et quelle partie correspond à la partie hôte **host-ID**.
- Le masque est configuré toujours en conjonction avec l'adresse IP, il permet à l'hôte de déterminer le sous-réseau auquel il appartient (**NetID**).



L'adresse IP & le masque sous-réseau

- On retrouve l'adresse du réseau **NetID** en effectuant un *ET logique* bit à bit entre une adresse complète et le masque de réseau. Ce qui permet à l'hôte de déterminer le réseau auquel il appartient.
- **CIDR** (*Classless Inter-Domain Routing*) (ou **préfixe réseau**): une forme plus courte du masque notée par un « / » suivi du nombre de bits à 1 dans le masque.

L'adresse IP & le masque sous-réseau

➤ *Exemple:* Et logique entre l'adresse IP machine et le masque de réseau :

Adresse IP	134.157.1.151	10000110.10011101.00000001.10010111
Masque	255.255.255.128	11111111.11111111.11111111.10000000
ET logique		10000110.10011101.00000001.10000000
Adresse du réseau		134 . 157 . 1 . 128

En notation CIDR: Le masque 255.255.255.128 en notation CIDR est : /25

Adresse IP
Masque

134.157.1.151
255.255.255.128



134.157.1.151/25

Les classes d'adresses IP

➤ On distingue cinq classes d'adresses IP:

Classes	1 ^{er} Octet	Plages d'adresses	Masque par défaut	Identificateur
A	0	0.0.0.0 127.255.255.255	255.0.0.0	R.H.H.H
B	10	128.0.0.0 191.255.255.255	255.255.0.0	R.R.H.H
C	110	192.0.0.0 223.255.255.255	255.255.255.0	R.R.R.H
D	1110	224.0.0.0 239.255.255.255	aucun	multicast
E	1111	240.0.0.0 255.255.255.255	aucun	Réservées aux expérimentations

Remarque :

La notion de classe est **obsolète** depuis le milieu des années 1990, ce système a été remplacé par la notation **CIDR**.

Les adresses privées

- Les adresses privées sont parfois utilisées par les hôtes qui utilisent la *traduction d'adresse réseau* (NAT) ou un serveur proxy pour se connecter à un réseau public ou par des hôtes qui ne se connectent pas du tout à Internet.
- Autrement dit, une adresse privée *n'est pas routée* sur Internet.

	De	A	Nombre de réseaux	Nombre d'adresses par réseau
Classe A	10.0.0.0	10.255.255.255	1	$2^{24}-2$ soit 16 777 216
Classe B	172.16.0.0	172.31.255.255	16	$2^{16}-2$ soit 65534
Classe C	192.168.0.0	192.168.255.255	256	2^8-2 soit 254

Les adresses particulières

- **Adresse réseau:** les bits de la partie host-ID sont tous à 0
- **Première adresse d'hôte :** tous les bits de **host-ID** à 0 sauf le bit le plus à droite de la partie **host-ID** à 1.
- **Dernière adresse d'hôte :** tous les bits de **host-ID** à 1 sauf le bit le plus à droite de la partie **host-ID** à 0.

Adresse IP	192.168.10.152	11000000.10101000.00001010.10011000
Masque	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
		<u>11000000.10101000.00001010.00000000</u>
Adresse du réseau	192 . 168 . 10 . 0	

Première adresse

11000000.10101000.00001010.00000001
192 . 168 . 10 . 1

Dernière adresse

11000000.10101000.00001010.11111110
192 . 168 . 10 . 254

Les adresses particulières

- Adresse de diffusion (broadcast): tous les bits de host-ID sont à 1.

Adresse IP	172.18.32.200	10101100.00010010.00100000.11001000
Masque	255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000
		<u>10101100.00010010.00000000.00000000</u>
Adresse du réseau		172 . 18 . 0 . 0
		10101100.00010010.11111111.11111111
Adresse de diffusion		172 . 18 . 255 . 255

- L'adresse de bouclage ou boucle locale (Loopback): Désigne la machine locale, elle commence par 127.X.X.X
- *Exemple:* L'adresse de localhost : 127 . 0 . 0 . 1

Les sous-réseaux IP v4 « Subnetting »

- Le **subnetting** est une opération qui consiste à diviser un réseau plus large en plusieurs sous-réseaux de petite taille. Cela consiste tout simplement à emprunter quelques bits dans la partie *host-ID* pour créer des sous-réseaux de petite taille.
- Le **subnetting** permet une segmentation des domaines de broadcast, ce qui constitue une façon permettant la gestion du trafic dans un réseau.
- Au moins *deux bits* doivent rester dans la partie **host-ID**.

- Avant la division en sous-réseaux:



- Après la division en sous-réseaux:



Pourquoi créer des sous-réseaux?

Plusieurs raisons peuvent amener à diviser un réseau en plus sous-réseaux:

- **Permet de limiter la propagation des broadcasts:** des diffusions trop importante dans des réseaux avec une grande quantité de machines.
- **Limiter la consommation des adresses IP:** l'allocation des plages d'adresses IP selon le besoin.
- **Optimisation des tables de routage:** réduire le nombre d'entrées des tables de routage.
- **Sécurité et confidentialité:** on peut vouloir isoler certains utilisateurs de certaines ressources.

Calculer les sous-réseaux

Voici quelques recommandations appliquées pour chaque sous-réseau:

- **Adresse réseau** : tous les bits de **host-ID** à 0. ➔ ex: **0000000**
- **Première adresse d'hôte** : tous les bits de **host-ID** à 0 sauf le bit le plus à droite de la partie **host-ID** à 1. ➔ ex: **00000001**
- **Dernière adresse d'hôte** : tous les bits de **host-ID** à 1 sauf le bit le plus à droite de la partie **host-ID** à 0. ➔ ex: **11111110**
- **Adresse de diffusion** : tous les bits à 1 de la partie hôte de l'adresse. ➔ ex: **11111111**
- **Nombre de sous-réseaux**: 2^n (où n le nombre de bits empruntés).
- **Nombre d'hôtes par sous-réseau**: $2^m - 2$ (où m le nombre de bits restant dans la partie **host-ID**).

Calculer les sous-réseaux

Les différentes étapes de choix d'un sous-réseau:

1

Empruntez le nombre de bits suffisants

2

Calculez le nouveau masque de sous réseau

3

Identifiez les différentes plages d'adresses IP

4

Identifiez les adresses de réseau et de broadcast

5

Déterminez les plages d'adresses utilisables par les hôtes

Questions ?

