



Les Réseaux Informatiques

MODULE : ARCHITECTURE DES ORDINATEURS ET RÉSEAUX

FILIÈRE: GÉNIE INFORMATIQUE

DÉPARTEMENT : MATHÉMATIQUES-INFORMATIQUE

Prof. Brahim BAKKAS

Email: bakkas.brahim@gmail.com

Année Universitaire 2024/2025

Description du module

- **Intitulé du module :** Réseaux Informatiques
- **Objectifs du module :**
 - Comprendre les différents types de réseaux, leur classification et normalisation.
 - Comprendre les principes et la terminologie des réseaux informatiques, y compris le modèle OSI et les topologies des réseaux locaux;
 - Maîtriser les notions fondamentales des protocoles TCP/IP, y compris l'adressage IP, TCP ;
 - Développer des compétences pratiques en configuration et gestion des réseaux.

Introduction

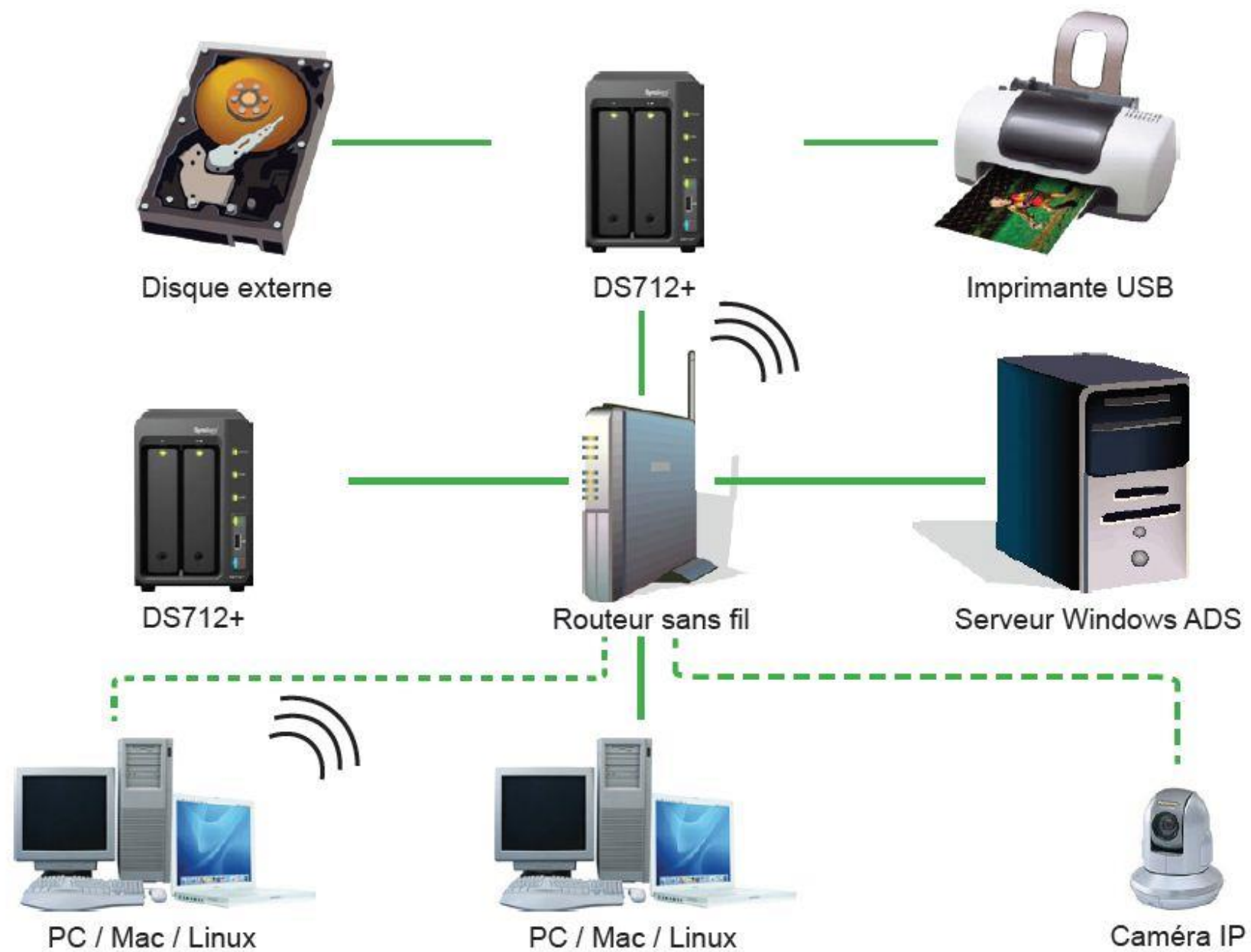
- **réseau** (en anglais *network*) : Ensemble d'objets (ordinateurs et périphérique) connectés les uns aux autres. Notons que deux ordinateurs connectés ensemble constituent à eux seuls un réseau minimal. Il permet de faire circuler des éléments entre chacun de ces objets selon des règles bien définies.
- **mise en réseau** (en anglais *networking*) : Mise en œuvre des outils et des tâches permettant de relier des ordinateurs afin qu'ils puissent partager des ressources en réseau.
- Le terme réseau peut également peut être utiliser pour décrire la façon dont les machines sont interconnectés

Pourquoi les réseaux ?

- Les réseaux sont nés d'un besoin d'échanger des informations de manière simple et rapide.
- Les informations ne seront pas dupliquées sur les différentes machines du réseau.

Intérêt d'un Réseau

- Le partage des ressources;
 - 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);
 - Diminution des coûts grâce aux partages des données et des périphériques,
- Le jeu vidéo multi-joueurs



Intérêt d'un Réseau

- Le partage des ressources;
- 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);

Classification des réseaux

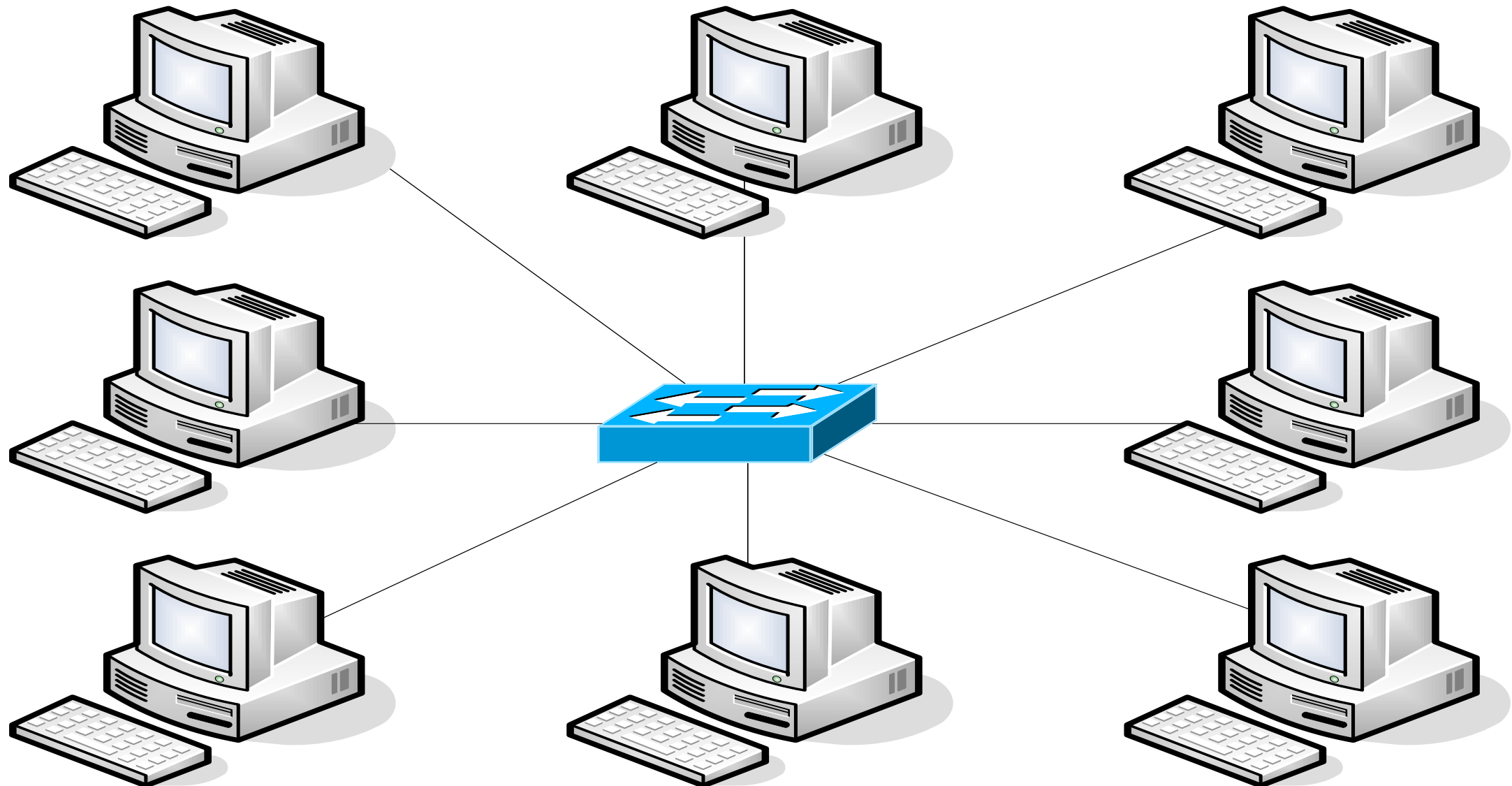
Suivant la localisation, les distances entre systèmes informatiques et les débits maximum, on peut distinguer trois types de réseaux :

- LAN (Local Area Network)
- MAN (Metropolitan Area Network)
- PAN (Personnel Area Network)
- WAN (Wide Area Network)

Les réseaux LAN

- Couvrent une région géographique limitée
- Permettent un accès multiple aux médias à large bande
- Assurent une connectivité continue aux services locaux (Internet, messagerie, ...)
- Relient physiquement des unités adjacentes
 - Exemple : Une salle de classe

Les réseaux LAN



Les réseaux MAN

- Un réseau métropolitain (Metropolitan Area Network, MAN) est un réseau informatique qui relie des ordinateurs au sein d'une zone métropolitaine, qui peut être une seule grande ville, plusieurs villes et villages, ou toute autre grande zone comportant plusieurs bâtiments.

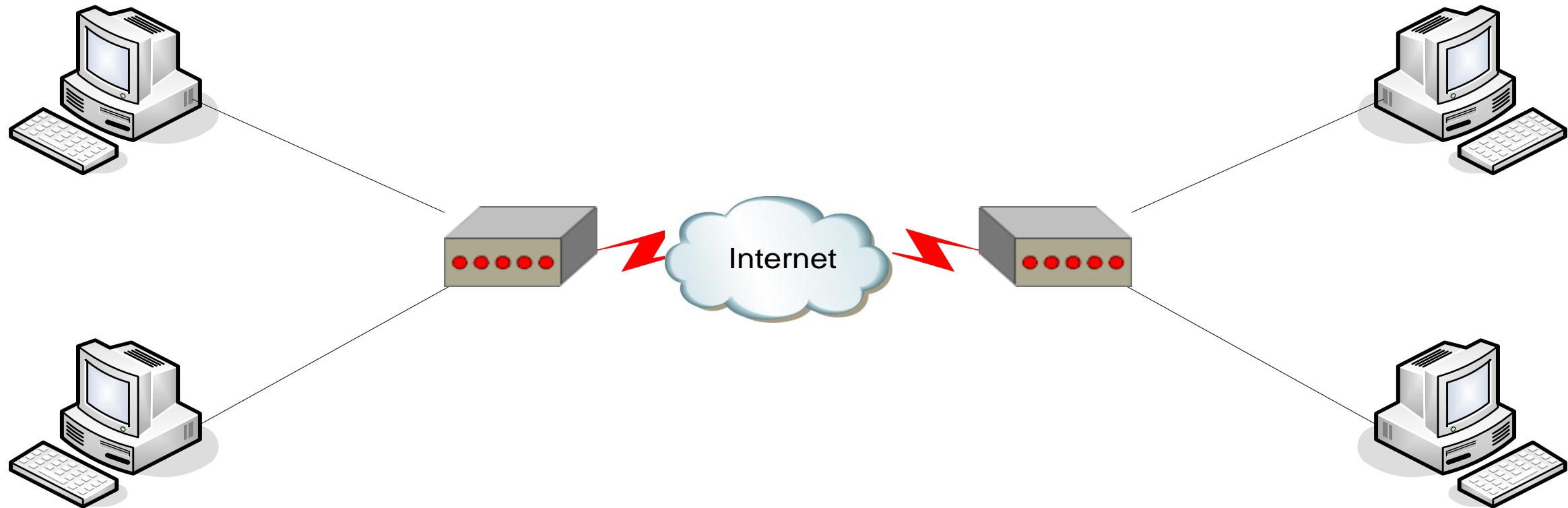
Les réseaux PAN

- Un réseau personnel ou (Personal Area Network, PAN) désigne un type de réseau informatique restreint en matière d'équipements, généralement mis en œuvre dans un espace d'une dizaine de mètres. D'autres appellations pour ce type de réseau sont : réseau domestique ou réseau individuel.

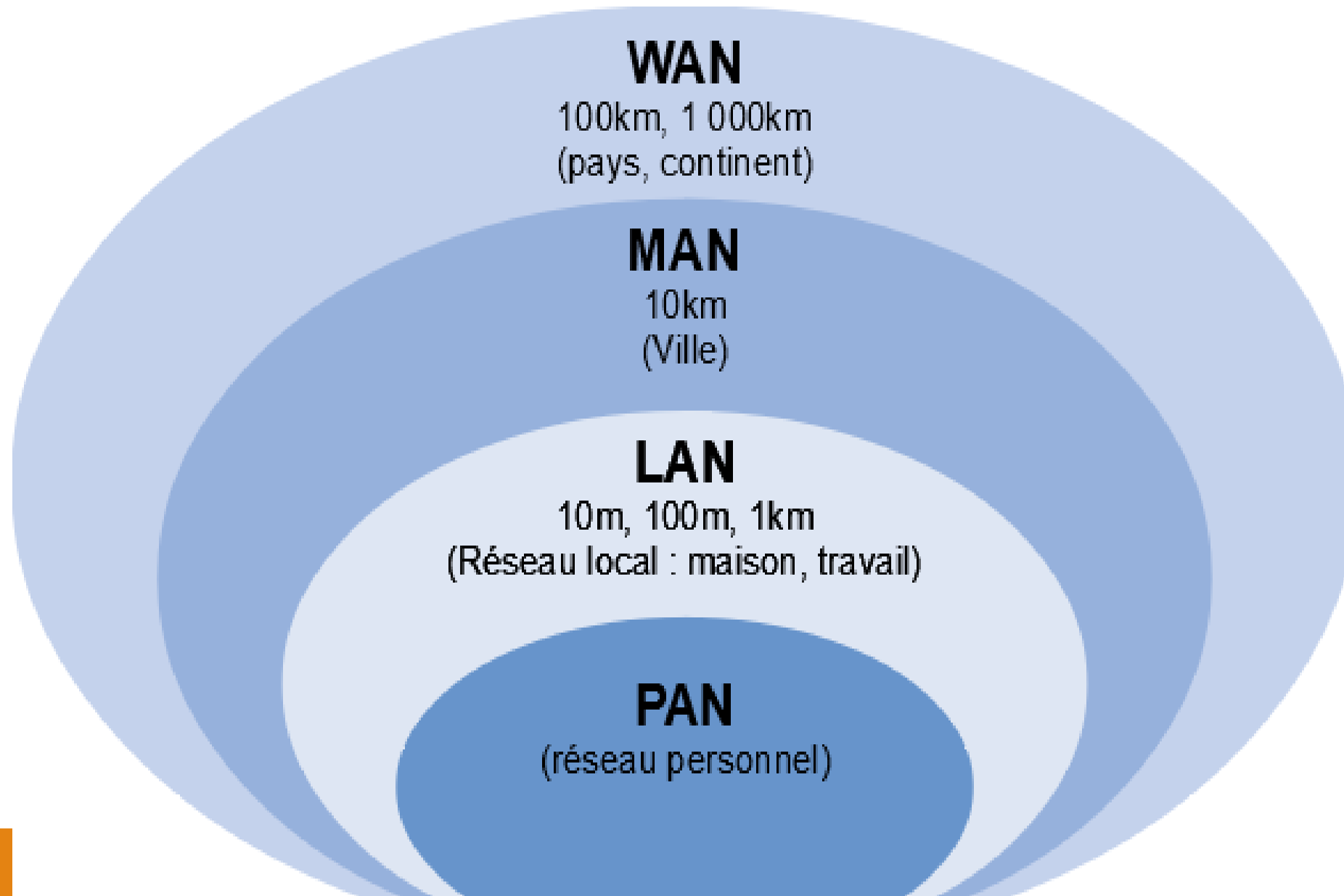
Les réseaux WAN

- Couvrent une vaste zone géographique
- Permettent l'accès par des interfaces séries plus lentes
- Assurent une connectivité pouvant être continue ou intermittente
- Relient des unités dispersées à une échelle planétaire
 - Exemple : Internet

Les réseaux WAN



Résumé : Classifications des réseaux



Résumé : Classifications des réseaux

The distance between computers	Areas	Network Type
1 m-10 m	Room	LAN
100 m- < 1 km	Office Building	
1 km- 10 km	City	MAN
>10 km - < 100 km	Province	
>=100 km	State	WAN
>=1.000 km	Continent	
>= 10.000 km	Inter-Continental (Planet)	Internet

QUELQUES NOTIONS ET TERMES UTILISÉS

Les différents systèmes de numérotation

- Le système décimal

Le système binaire

- représentation des données dans un système informatique

Représentation des données dans un système informatique

- L'être humain base ses calculs sur un système décimal
- Un ordinateur est composé d'équipements réseaux pouvant prendre 2 états :
 - En fonction : le courant passe
 - Hors fonction : le courant ne passe pas

Notions des réseaux de base

- Pour compter, les ordinateurs utilisent des *bits* :
 - *Un groupe de 8 bits = 1 octet, qui représente un caractère de données.*
 - *Pour un ordinateur, 1 octet = 1 emplacement de mémoire adressable.*

Les différents systèmes de numérotation

- Une valeur peut être exprimée en fonction de différents systèmes :
 - Exemples : octale, hexadécimal, binaire, Décimal, etc....
- Chaque système dispose de son avantage
 - *Exemple : $A2F54B(\text{Hex}) = 10679627(\text{dec})$*

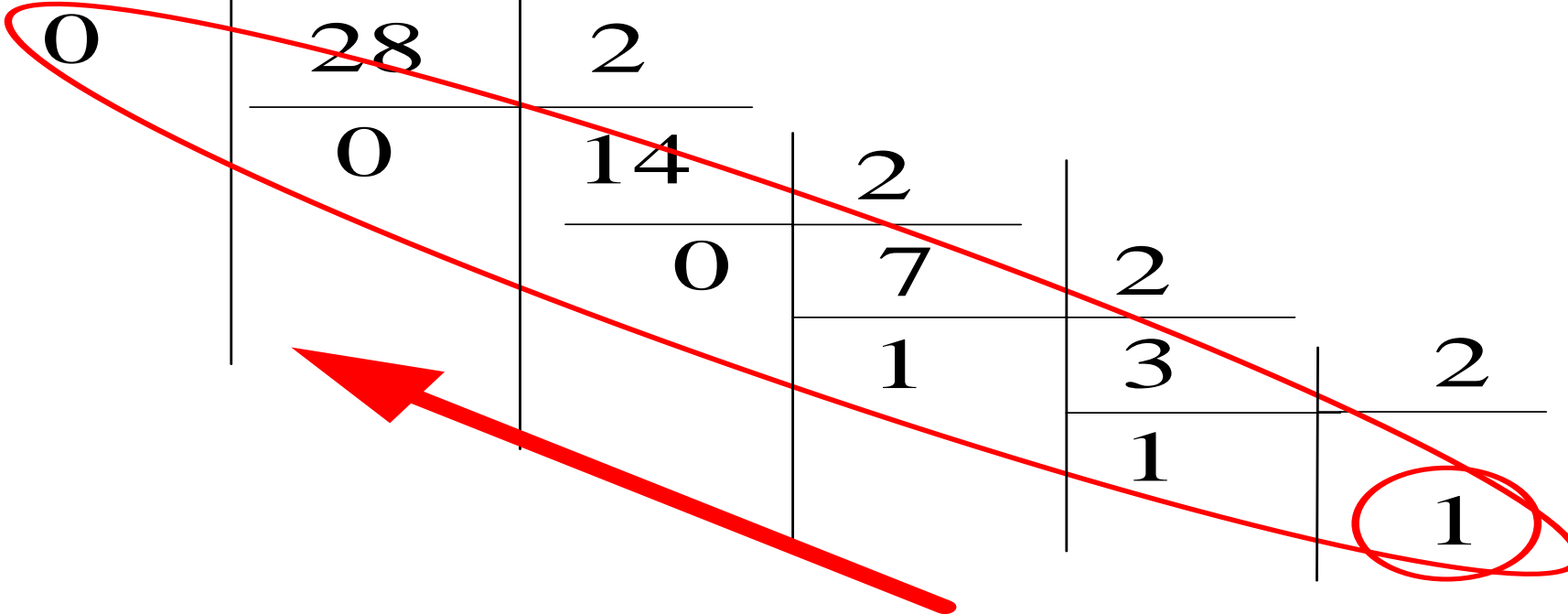
Tableau référentiel

<u>Nom :</u>	<u>Symboles utilisés</u>	<u>Référence :</u>
Binaire	0 1	2
Octal	0 1 2 3 4 5 6 7	8
Décimal	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	10
Hexadécimal	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F	16

Conversion décimal → binaire

- 56 en décimal a convertir en binaire :

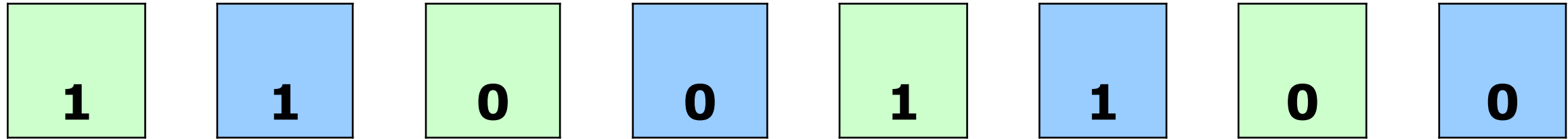
56	2				
0	28	2			
	0	14	2		
		0	7	2	
			1	3	2
				1	1



Le résultat est : **111000**

Conversion binaire → décimal

- 11001100 en binaire a convertir en décimal :



$$1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$$

=

$$1 \cdot 128 + 1 \cdot 64 + 0 \cdot 32 + 0 \cdot 16 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 1$$

=

$$128 + 64 + 0 + 0 + 8 + 4 + 0 + 0$$

=

204

Conversion hexa → décimal

- 9D en Hexadécimal a convertir en décimal

$$\begin{array}{ccc} 9 & | & D \\ \downarrow & & \downarrow \\ = 9 * 16^1 + D * 16^0 \\ \underbrace{\hspace{1cm}} & + & \underbrace{\hspace{1cm}} \\ = 9 * 16 & + & 13 * 1 \\ \underbrace{\hspace{1cm}} & & \underbrace{\hspace{1cm}} \\ = 144 & + & 13 \\ & \underbrace{\hspace{1cm}} & \\ = 157 \end{array}$$

Conversion hexa → binaire

- C8 en Hexadécimal a convertir en binaire

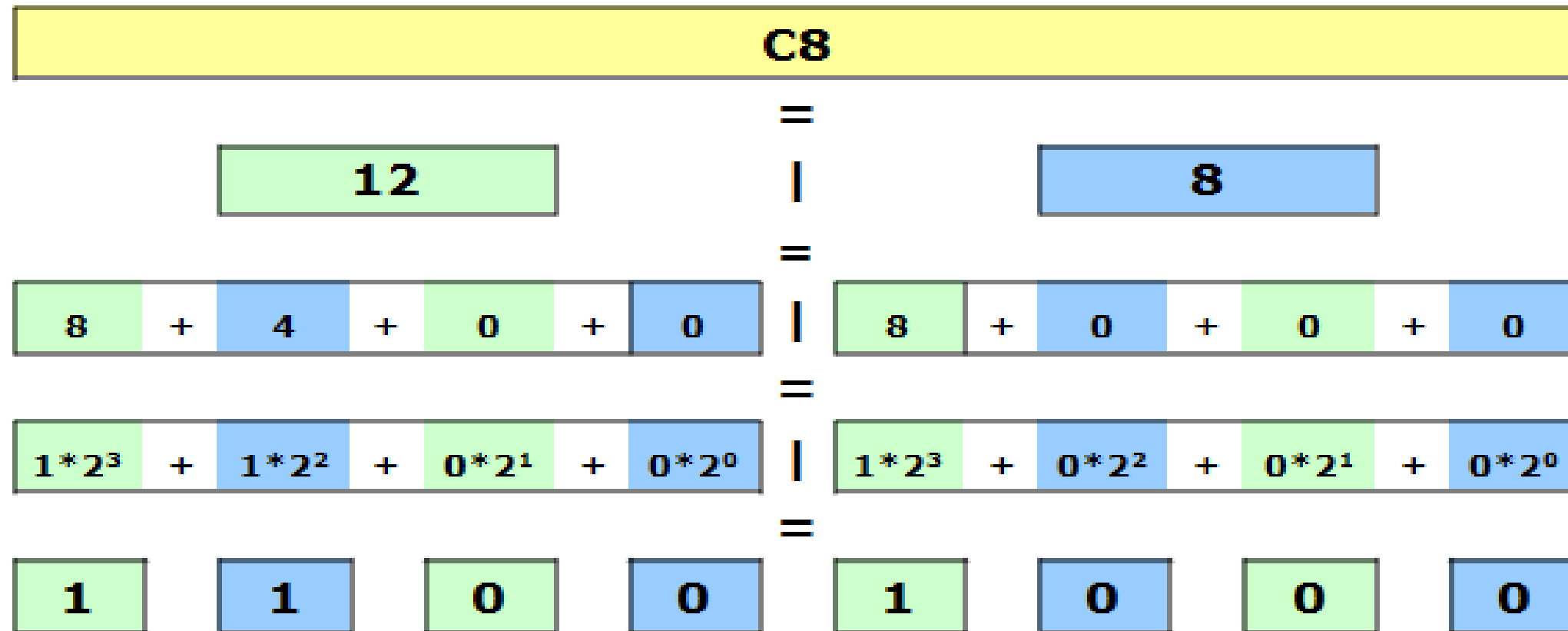


Table de Conversions

Hexadécimal	Binaire	Hexadécimal	Binaire
0	0000	8	1000
1	0001	9	1001
2	0010	A	1010
3	0011	B	1011
4	0100	C	1100
5	0101	D	1101
6	0110	E	1110
7	0111	F	1111

Point à point / Multipoint

- La transmission ***point à point, dans laquelle*** d'abord on établit la liaison puis on communique, c'est le cas par exemple de la liaison téléphonique classique, ... etc.
- La transmission ***multipoint dans laquelle*** l'émetteur envoie ce qu'il a à transmettre, tout le monde reçoit l'information, même s'il n'est pas le
- destinataire final, c'est le cas par exemple de la liaison en réseau local classique, ...etc.

Les types de transmission

- **Numérique : (signal carré)**

- ✓ Varie toujours entre deux valeurs de tension ;
- ✓ Il est clair, facile à représenter et résiste aux perturbations de la ligne.

- **Analogique : (Sinusoïdal)**

- ✓ Pour atteindre une valeur spécifique, le signal passe par un ensemble de valeurs (se présente sous forme de variations pouvant prendre plusieurs valeurs entre deux instants).

Exemple : le signal sonore est un signal analogique représenté par une variation de pression dans l'air.

NB : le Modem permet la conversion entre le numérique et l'analogique.

Communication Parallèle - Série

▪ **Parallèle** : tous les bits du même mot sont envoyés simultanément dans les fils. Ce système n'est pas employé en général pour les réseaux mais par exemple entre un ordinateur et une imprimante.

Exemple : caractère à envoyer : A donc la séquence de 8 bits le composant, soit : 0 - 1 - 0 - 0 - 0 - 0 - 1 - .

_____ (fil n° 1)	_____	0
_____ (fil n° 2)	_____	1
_____ (fil n° 3)	_____	0
_____ (fil n° 4)	_____	0
_____ (fil n° 5)	_____	0
_____ (fil n° 6)	_____	0
_____ (fil n° 7)	_____	0
_____ (fil n° 8)	_____	1

Communication Parallèle - Série

■ **Série** : tous les bits du même mot sont envoyés les uns à la suite des autres sur un même fil. C'est le système employé dans les réseaux en général.

Exemple : caractère à envoyer : A donc la séquence de 8 bits le composant, soit : - **0 - 1 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 1** –

Donc utilisation de 1 fils transportant successivement les 8 bits :

_____ (1 fil) _____ 0 1 0 0 0 0 0 1

Communication Série Asynchrone - Synchrone

- **Mode asynchrone** : dans ce mode, il n'y a pas de relation entre l'émetteur et le récepteur ; les bits du même caractère sont entourés de signaux, l'un indiquant le début du caractère, l'autre la fin (les bits Start-Stop);
- **Mode synchrone** : l'émetteur et le récepteur se mettent d'accord sur un intervalle et qui se répète sans arrêt dans le temps. Les bits d'un caractère sont envoyés les uns derrière les autres et sont reconnus grâce aux intervalles de temps.

LES ÉQUIPEMENTS RÉSEAUX

Les équipements réseaux

- La carte réseau : constitue une mémoire intermédiaire;
- Le câble réseau : un support physique de la transmission utilisé dans le réseau;
- Les équipements d'interconnexion : On assimile très souvent le réseau local au Réseau d'entreprise. Mais pour des raisons organisationnelles ou géographiques, le Réseau d'entreprise peut se diviser en plusieurs réseaux locaux en fonction des services, des étages, des établissements, de l'importance du trafic, de la sécurité...
- Un réseau d'entreprise peut également vouloir se connecter à d'autres réseaux d'entreprise. C'est pour cela que l'évolution du réseau local en réseau d'entreprise nécessite l'utilisation d'un ensemble d'équipements d'interconnexion des réseaux

Les équipements réseaux

- Les équipements d'interconnexion :

- Le répéteur;
- Le pont (gestion du trafic);
- Le concentrateur (Hub);
- Le commutateur (Switch);
- Le routeur;
- La passerelle;

Les équipements réseaux

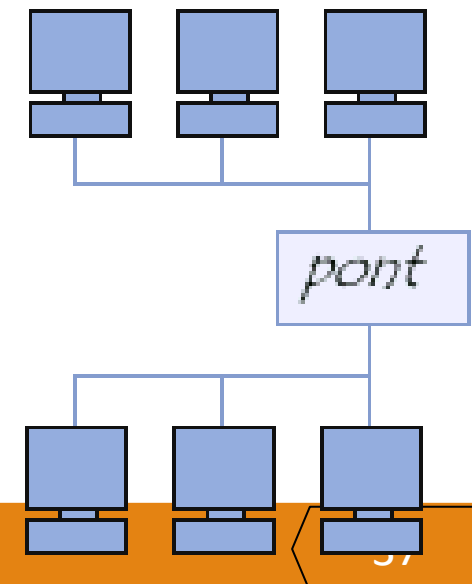
Le répéteur :

- ✓ Un signal ne peut pas se propager infiniment sur le câble, pour prolonger les réseaux au delà des limites d'un câble, on utilise un **répéteur**.
- ✓ Un répéteur ne fait que régénérer le signal. Il n'est pas responsable de la détection des erreurs ou de leur correction. Quand un signal est présent sur un câble, le répéteur l'amplifie et le véhicule sur un autre câble de même type ou de type différent.

Les équipements réseaux

■ *Le pont (gestion du trafic) :*

- ✓ Un **pont** est un dispositif matériel permettant de relier des réseaux travaillant avec le même protocole.
- ✓ Les nouvelles générations sont plus intelligentes. Les ponts gardent automatiquement l'adresse de chaque trame qui transite par le réseau et apprend à localiser le nœud ; ainsi après une étape d'auto-apprentissage, il ne laissera passer que les trames destinées à l'autre segment du réseau.



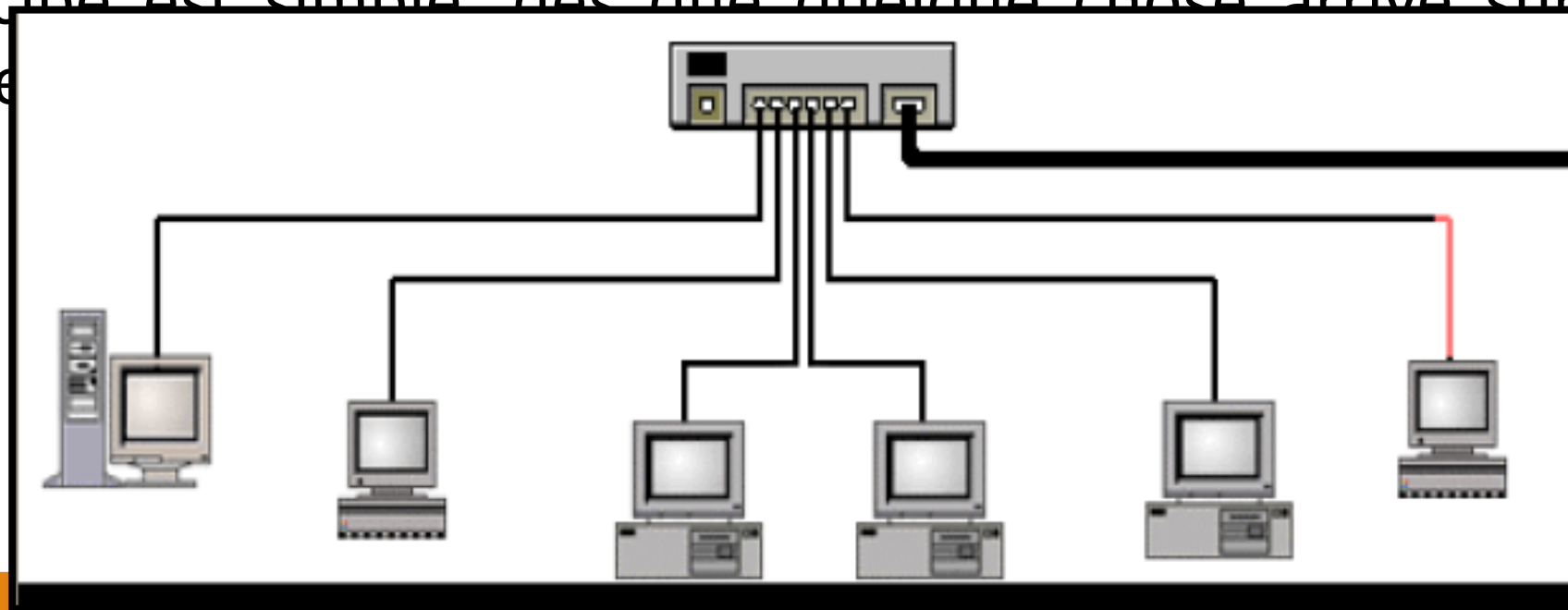
Remarque :

les ponts ne peuvent pas connecter des réseaux hétérogènes.

Les équipements réseaux

Le concentrateur (Hub) :

- ✓ Un Hub est le noeud central d'un réseau informatique. Il s'agit d'un dispositif électronique permettant de créer un réseau informatique local;
- ✓ Le principe est simple : dès que quelque chose arrive sur une des prises, il est rétransmis à toutes les autres prises.



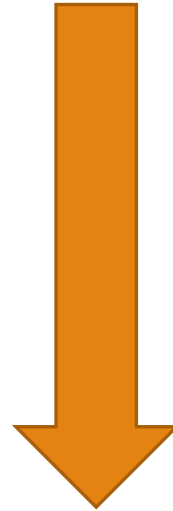
Les équipements réseaux

Le commutateur (Switch) :

- ✓ Un Switch est un équipement qui connecte plusieurs segments dans un réseau informatique. Il utilise la logique d'un pont mais permet une topologie physique et logique en étoile. Les commutateurs sont souvent utilisés pour remplacer des concentrateurs.
- ✓ Chaque noeud connecté à un concentrateur reçoit les trames des autres par diffusion (broadcast), même celles qui ne lui sont pas adressées. Un commutateur, quant à lui, connecte des segments et maintient les connexions aussi longtemps que des données sont envoyées.

Les équipements réseaux

Les Switchs : Il commute (il branche) l'entrée des données vers la sortie où est l'ordinateur concerné.



- on appelle ça un commutateur en français

Les équipements réseaux

Le routeur : C'est ce que l'on fait de mieux pour acheminer les données. Il est capable de décoder les trames jusqu'à retrouver l'adresse IP et de diriger l'information dans la bonne direction.

- ✓ Ces appareils sont utilisés pour trouver le meilleur chemin de communication entre différents réseaux. Ils utilisent une table de routage qui contient les meilleurs chemins à suivre pour chaque noeud du réseau et à partir de tous les noeuds du réseau.
- ✓ Les routeurs permettent plus d'un chemin et déterminent la meilleure route en fonction de différents critères (rapidité, données).

Les équipements réseaux

La passerelle :

- ✓ Ce sont des éléments d'interconnexion pour des réseaux utilisant des protocoles différents.
- ✓ Les passerelles permettent la conversion des protocoles, elles font ce travail en supprimant les couches d'informations des protocoles reçues et en les remplaçant par les couches d'informations requises par les nouveaux environnements.
- **Remarque : les passerelles peuvent être implantées sous forme logicielle ou matérielle.**

RÉSUMÉ

- Les Hubs ne regardent pas ce qu'il y a dans les trames, ils se contentent de répéter l'information.
- Les Switchs sont capables d'analyser un peu l'information contenue dans la trame, de repérer l'adresse MAC de la destination et d'envoyer la trame vers le bon ordinateur.
- Pour les Routeurs, retenez simplement qu'ils sont assez puissants et qu'ils sont capable d'analyser le contenu des trames.

SUPPORTS DE TRANSMISSION

Les caractéristiques d'un support de transmission

- ***La bande passante*** : la bande passante est souvent mesurée en bits par seconde (bps)...
- ***Le débit*** : Il s'exprime en bps (bits par seconde) ...
- ***La longueur*** : elle est mesurée en Mètres;

Bande Passante

- **Notion de bande passante :**
 - Capacité, c'est-à-dire la quantité de données pouvant circuler en une période donnée.
 - Se mesure en bits par seconde.
 - Du fait de la capacité des supports réseaux actuels, les différentes conventions suivantes sont utilisées :

Unité	Abréviation	Equivalence
Bits par seconde	Bits/s	Unité fondamentale
Kilobits par seconde	Kbits/s	1kbits = 1000bits/s
Mégabits par seconde	Mbits/s	1 Mbits = 1 000 000 bits /s
Gigabits par seconde	Gbits/s	1 G bits = 1 000 000 000 bits/s

Débit

- **Notion de débit :**
 - Quantité de données empruntant une liaison réseau pendant un intervalle de temps
 - Remarque: Débit souvent inférieur à la bande passante

Unité de mesure

- Le temps de téléchargement d'un fichier peut se mesurer de la manière suivante :

$$\text{Temps de téléchargement théorique(s)} = \frac{\text{Taille du fichier (bit)}}{\text{bande passante (bits/s)}}$$

$$\text{Temps de téléchargement (s)} = \frac{\text{Taille du fichier (bit)}}{\text{bande passante (bits/s)}}$$

Unités de mesures

■ Exemple :

- Pour un fichier de 700 Mo (5 872 025 600 Bits) avec une bande passante théorique de 512 Kbit/s
 - $5\,872\,025\,600 / 512\,000 = 11468,8$ secondes soit un peu plus de 3 heures
- Avec un débit réel de 480 Kbit/s constant
 - $5\,872\,025\,600 / 480\,000 = 12233,3867$ secondes soit un peu plus de 3 heures 20 minutes.

Les différents types de supports

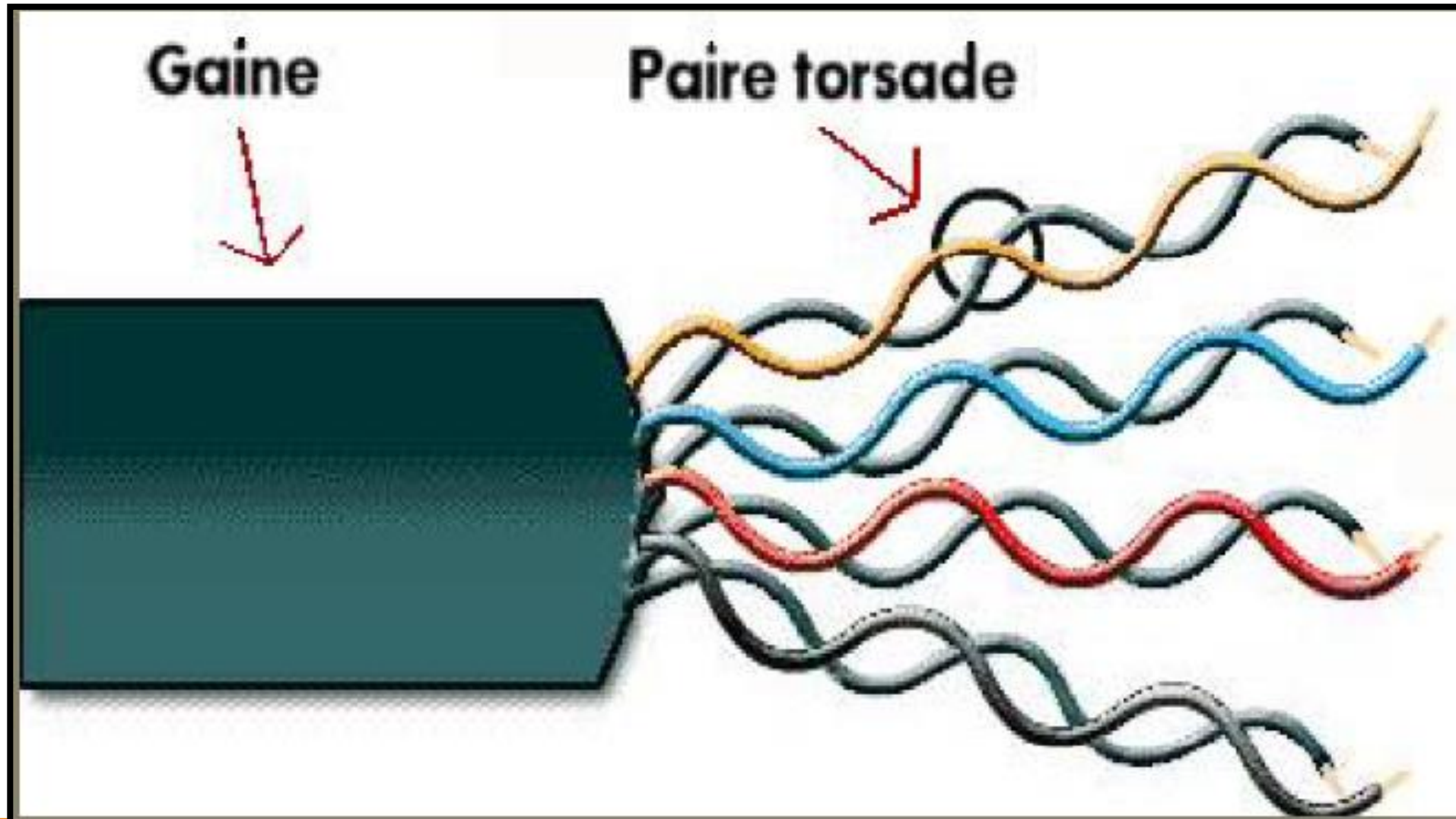
- Pour relier les diverses entités d'un réseau, plusieurs supports physiques de transmission de données peuvent être utilisés:
 - ✓ Le câble de type coaxial;
 - ✓ La double paire torsadée;
 - ✓ La fibre optique.
- Ces supports de transmission servent à véhiculer des données entre un émetteur et un récepteur. Ces types de supports abordés font tous partis de la couche 1 du modèle OSI (Open System Interconnection).

Le câble de type coaxial

- C'est un câble utilisé également en téléphonie, télévision, radio émetteur, récepteur, laboratoire de mesures physiques, etc. Il est constitué d'un cœur en fil de cuivre. Ce cœur est dans une gaine isolante, elle-même entourée par une tresse de cuivre, le tout est recouvert d'une gaine isolante.

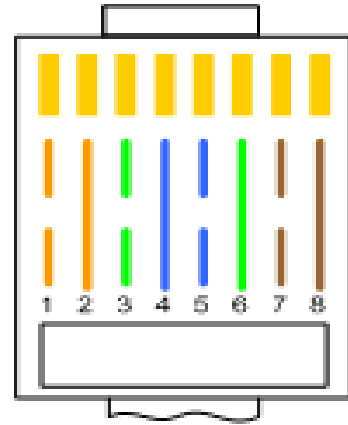


La double paire torsadée

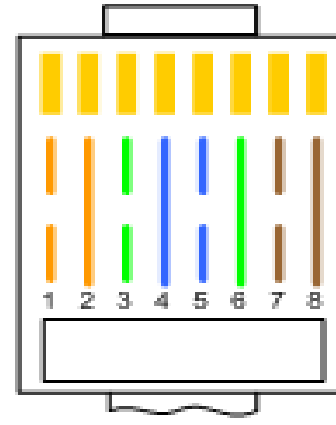


La double paire torsadée

- Les connecteurs RJ45 : schémas de câblage
- Câble droit



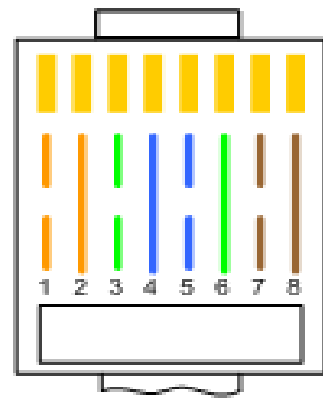
EIA/TIA 568a



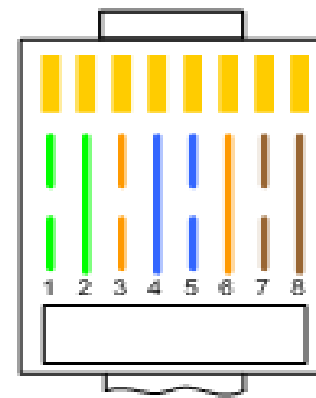
EIA/TIA 568a

La double paire torsadée

- Les connecteurs RJ45 : schémas de câblage
- Câble croisé

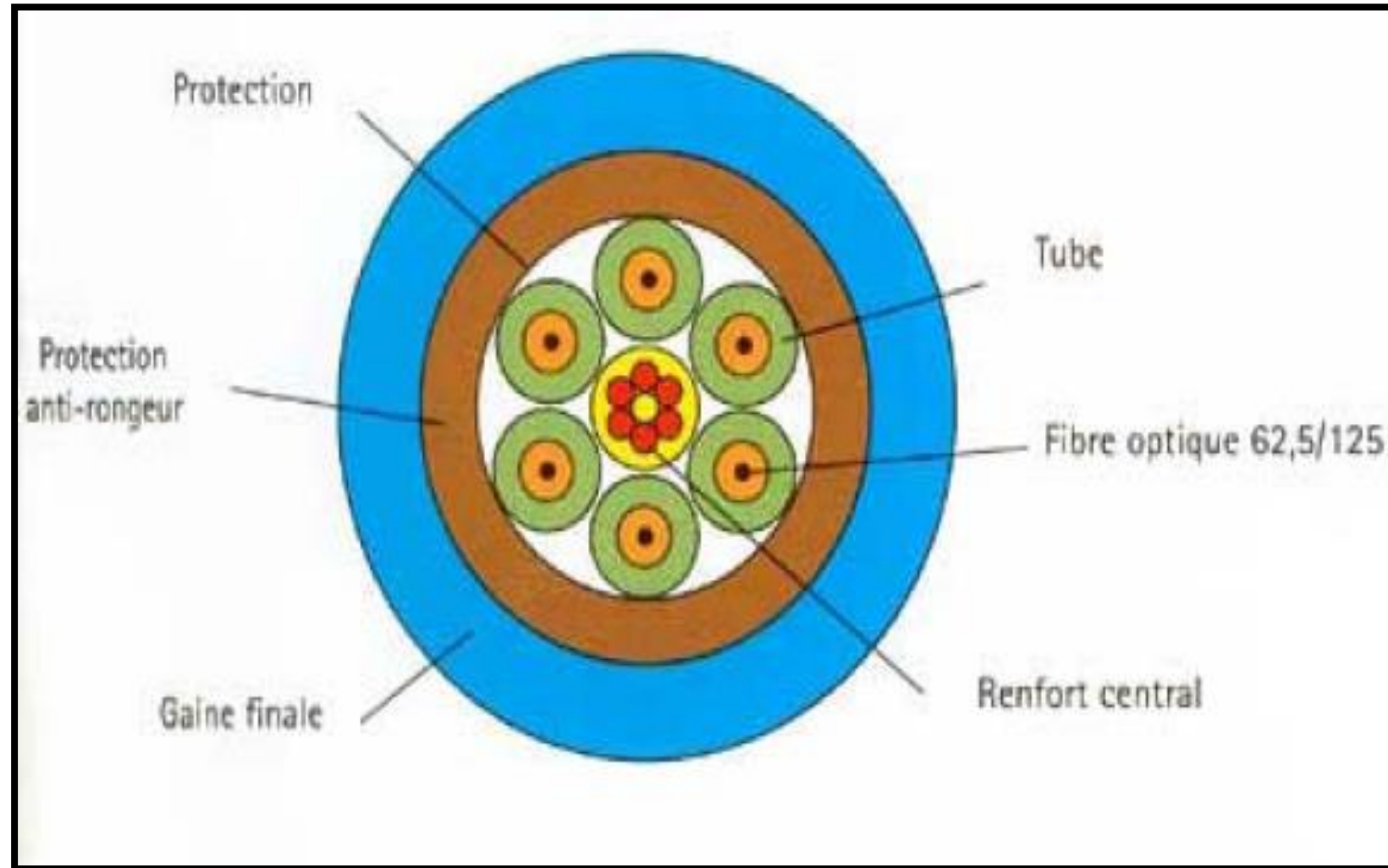


EIA/TIA 568a



EIA/TIA 568b

La fibre optique



Supports de transmission sans fil

- Dans un réseau, la transmission des informations entre deux ordinateurs par rayonnement infrarouge ou par ondes radioélectriques est possible.
- Ce type de liaison peut rendre de grands services pour relier deux bâtiments proches l'un de l'autre (de chaque côté d'une rue, par exemple).
- L'installation d'un émetteur récepteur relié à des réseaux locaux ordinaires dans chaque bâtiment peut s'avérer beaucoup moins onéreuse que la location d'une ligne spécialisée.
- Parmi ces supports de transmission on trouve :
 - WIFI,
 - Bluetooth,
 - Infrarouge,
 - liaison radio.

TOPOLOGIES DES RÉSEAUX

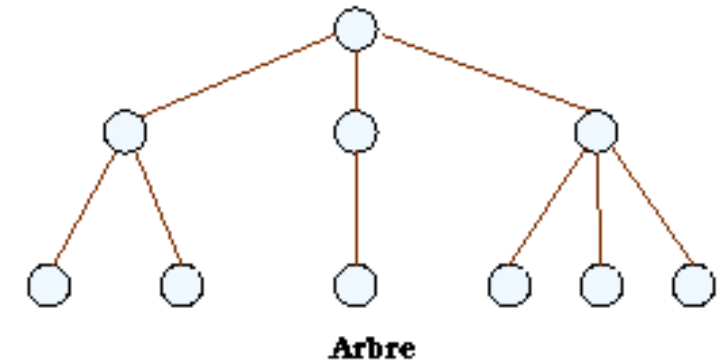
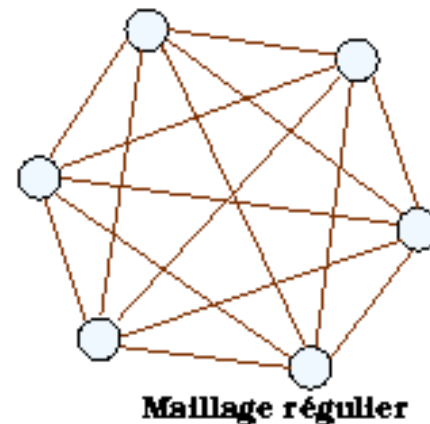
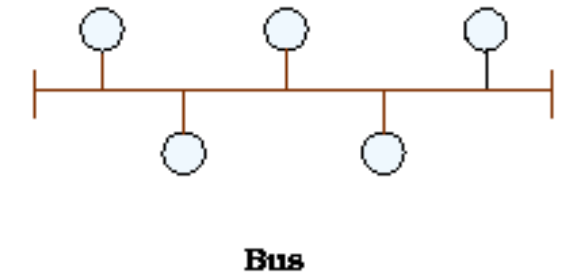
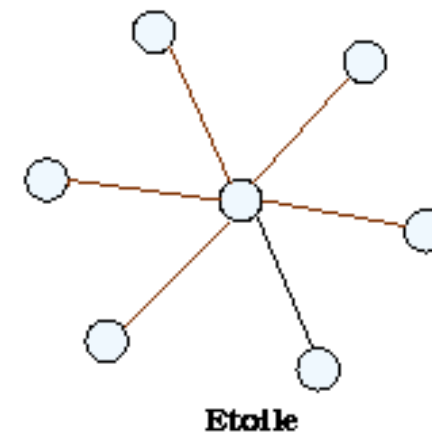
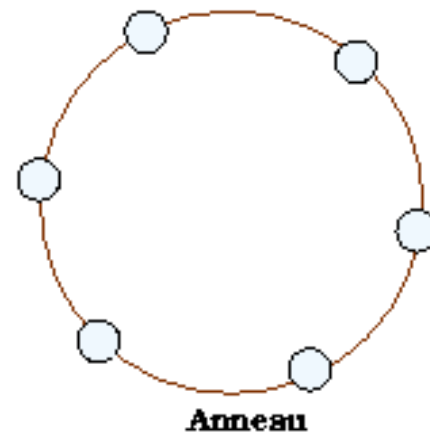
Topologies réseaux

- ***Topologie physique*** : L'arrangement physique des différents éléments du réseau.
- ***Topologie logique*** : représente la façon de laquelle les données transitent dans les câbles.

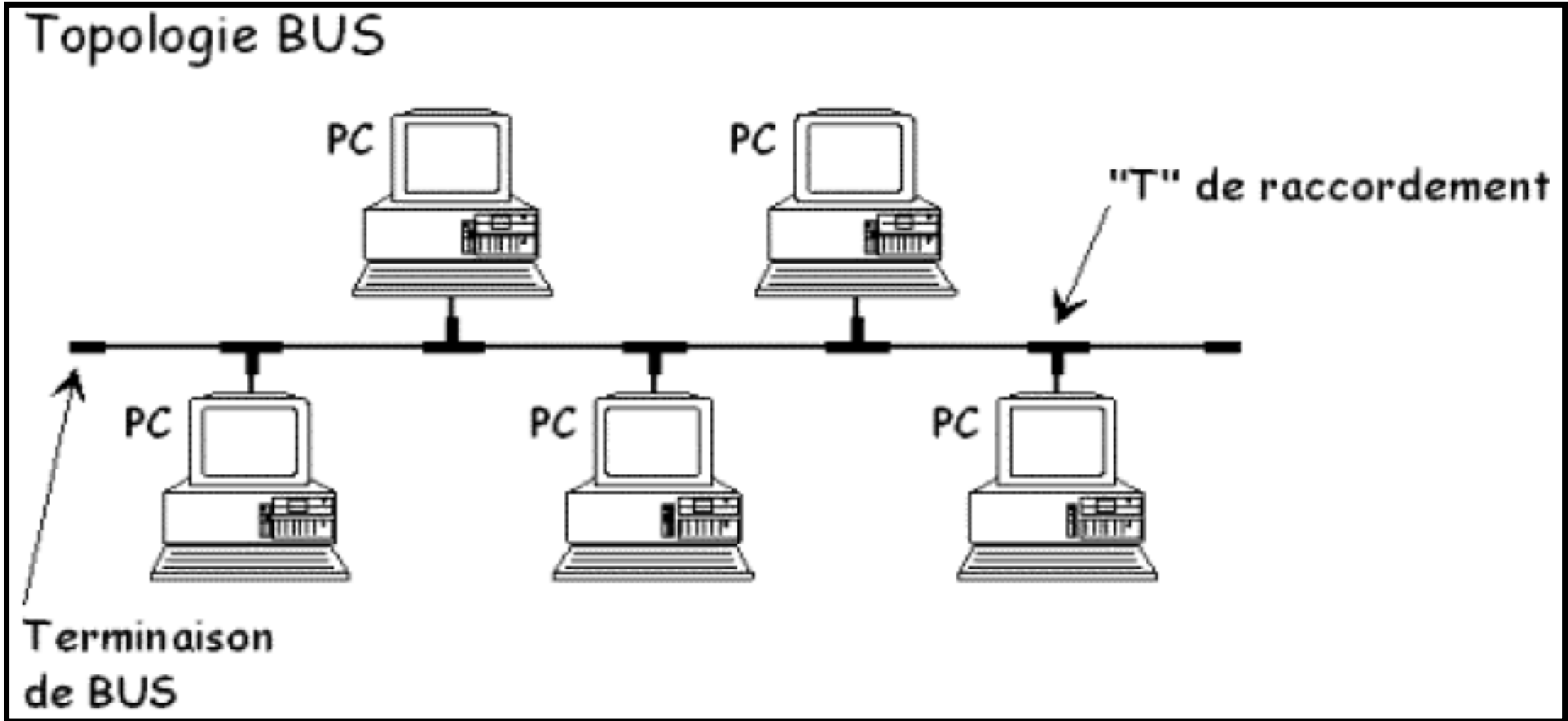
Topologies réseaux

Toutes les architectures réseau dérivent de trois topologies fondamentales :

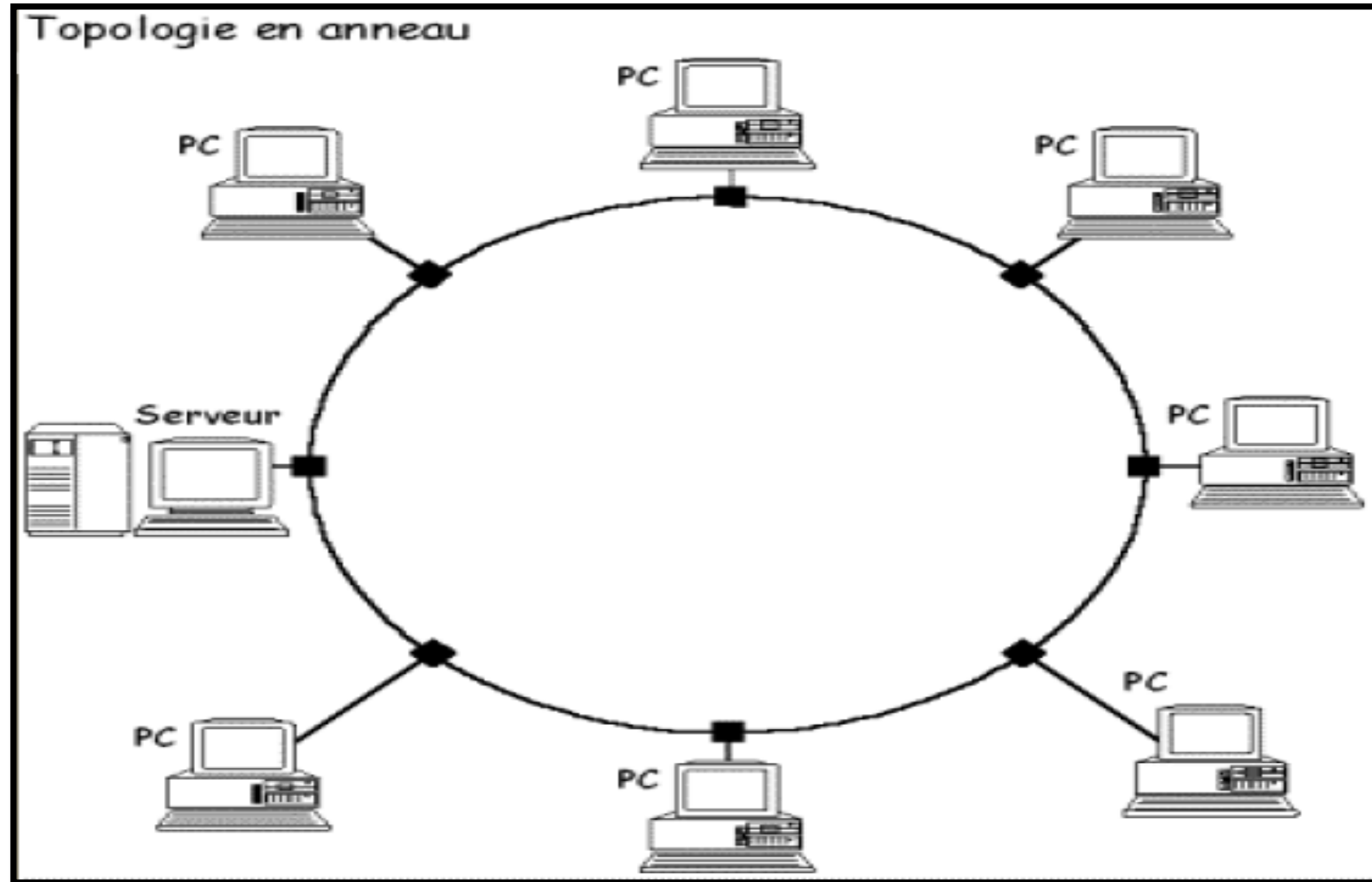
- Topologie en bus.
- Topologie en anneau.
- Topologie en étoile.
- Topologie en arbre
- Topologie Maillée



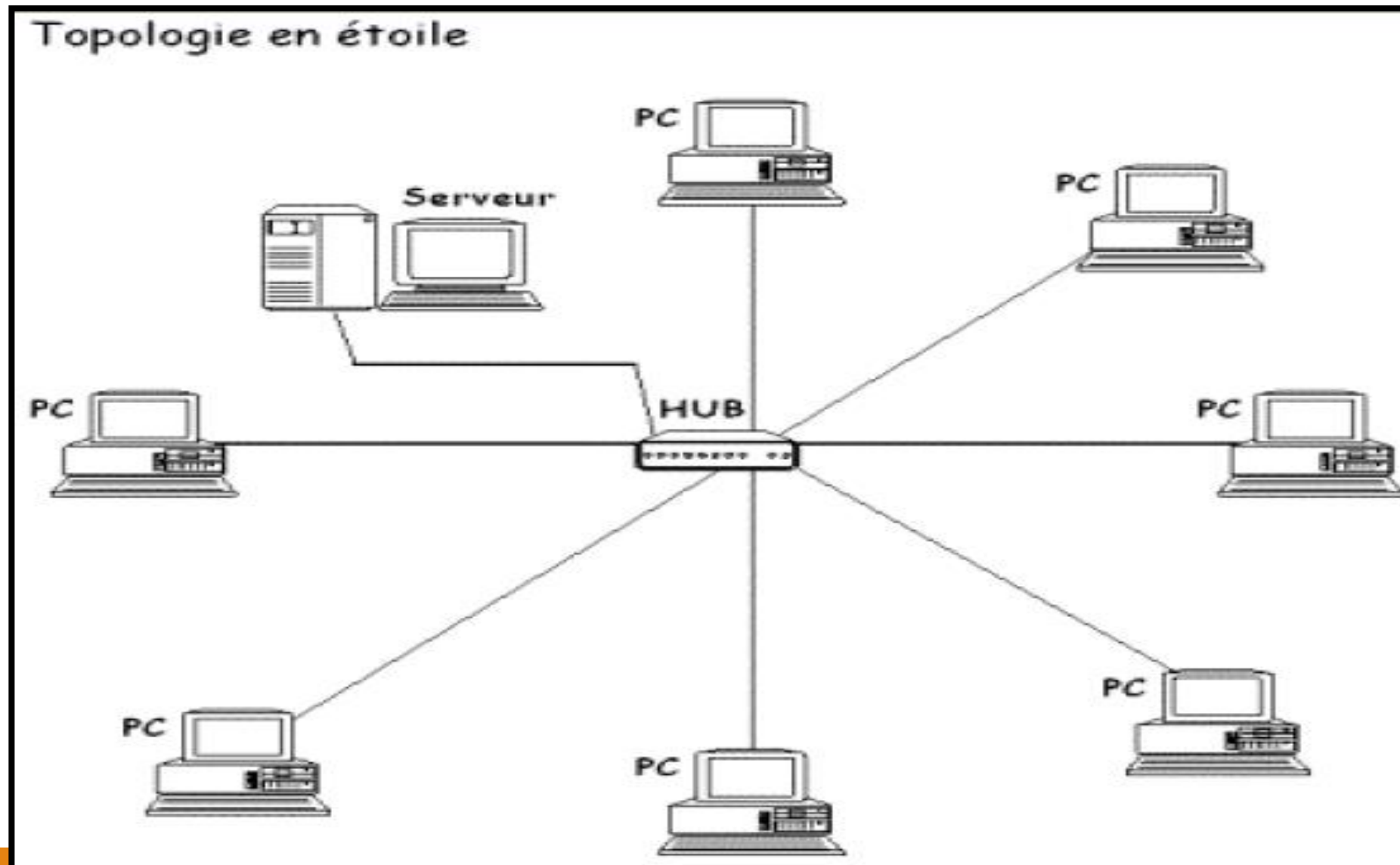
Topologie en bus



Topologie en anneau



Topologie en étoile



Topologies logiques

- Quand le signal est envoyé, il passe chez tous les récepteurs. Il sera intercepté par le récepteur concerné grâce aux adresses de l'émetteur et du récepteur.
- Une méthode d'accès détermine la façon avec laquelle se déroule la communication entre les nœuds du réseau. Elle limite les conflits, elle constitue la trame, elle détermine la façon d'accéder au câble et contrôle cet accès.

Topologies logiques

- **CSMA/CD** (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
 - ✓ Toute information envoyée par un nœud atteindra tous les autres nœuds du réseau. Chaque nœud a une adresse unique. Il reste constamment en écoute du câble pour détecter les signaux qui passent sur le réseau. Au passage d'un signal, il vérifie si l'adresse destinataire est son adresse. Si c'est le cas, il prend le message et le lit, sinon il le néglige.
 - ✓ Si un nœud veut émettre, il doit s'assurer qu'il n'y a aucun message sur le câble. Il peut arriver que deux nœuds émettent en même temps, il y aura alors une collision qui sera entendue par l'ensemble des nœuds du réseau. L'émission sera reprise après un temps aléatoire qui, en général, n'est jamais le même. Ce temps aléatoire fait de **CSMA/CD** une méthode non déterministe.

Topologies logiques

■ *La méthode d'accès à jeton :*

- ✓ Un jeton = un signal qui circule constamment sur le réseau, de poste en poste.
- ✓ Lorsqu'une station désire émettre, elle doit attendre de recevoir le
- jeton dans un état libre. Elle le charge avec les informations, la marque occupée et elle le renvoie sur le réseau à la station suivante. Cette station vérifie le message, trouve que c'est occupé, contrôle si il lui est destiné. Si c'est le cas, elle lit les informations, rajoute une indication qui va informer la station expéditrice que son message a été reçu. Si, par contre, le message ne lui est pas destinée, elle le réécrit et le laisse passer à la station à côté.

Topologies logiques

■ ***ETHERNET ET TOKEN-RING :***

- ✓ Ethernet → CSMA/CD → IEEE 802.3 ou ISO. 8802.3 (Février 1980);
- ✓ Token-Ring → Anneau à jeton → IEEE 802.5 ou ISO 8802.5
- ✓ La méthode CSMA/CD a été adoptée par un standard qui s'appelle ETHERNET alors que la méthode d'accès à jeton a été adoptée par le standard Token-Ring.

LES MODÈLES OSI et TCP/IP

LE MODÈLE OSI

- Modèle fondé sur un principe énoncé par Jules César :

Diviser pour mieux régner.

- Le principe de base est la description des réseaux sous forme d'un ensemble de couches superposées les unes aux autres.

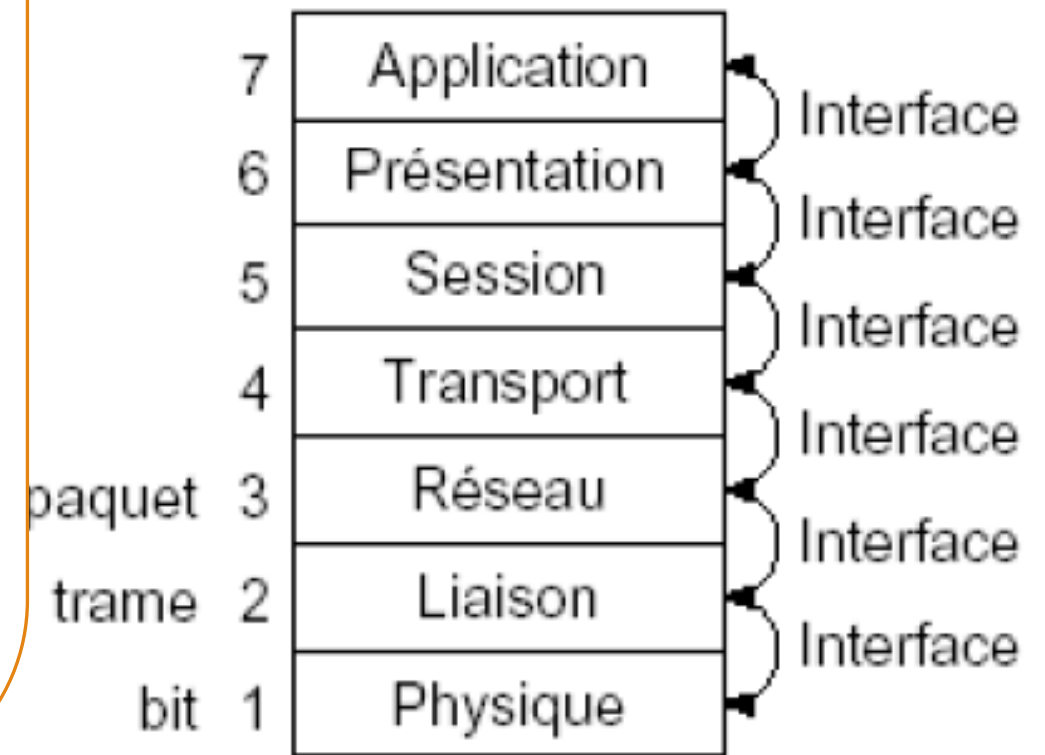


L'ensemble devient plus facile à manipuler.

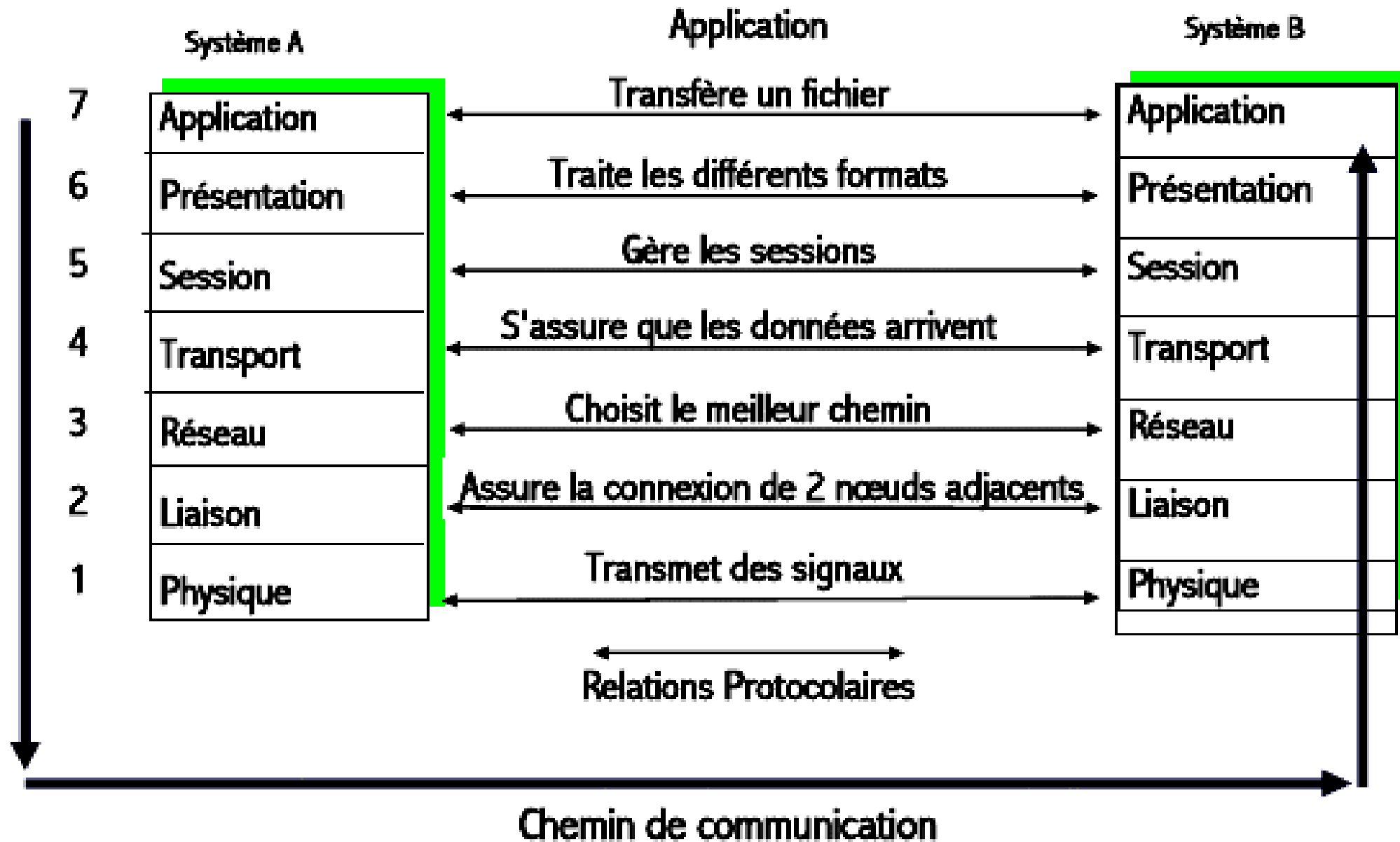
LE MODÈLE OSI

Le modèle de référence OSI comporte sept couches numérotées, chacune illustrant une fonction réseau bien précise. Cette répartition des fonctions réseau est appelée *organisation en couches*. Ces couches regroupent l'ensemble des fonctionnalités (tâches) requises lors d'une communication réseau.

Les sept couches



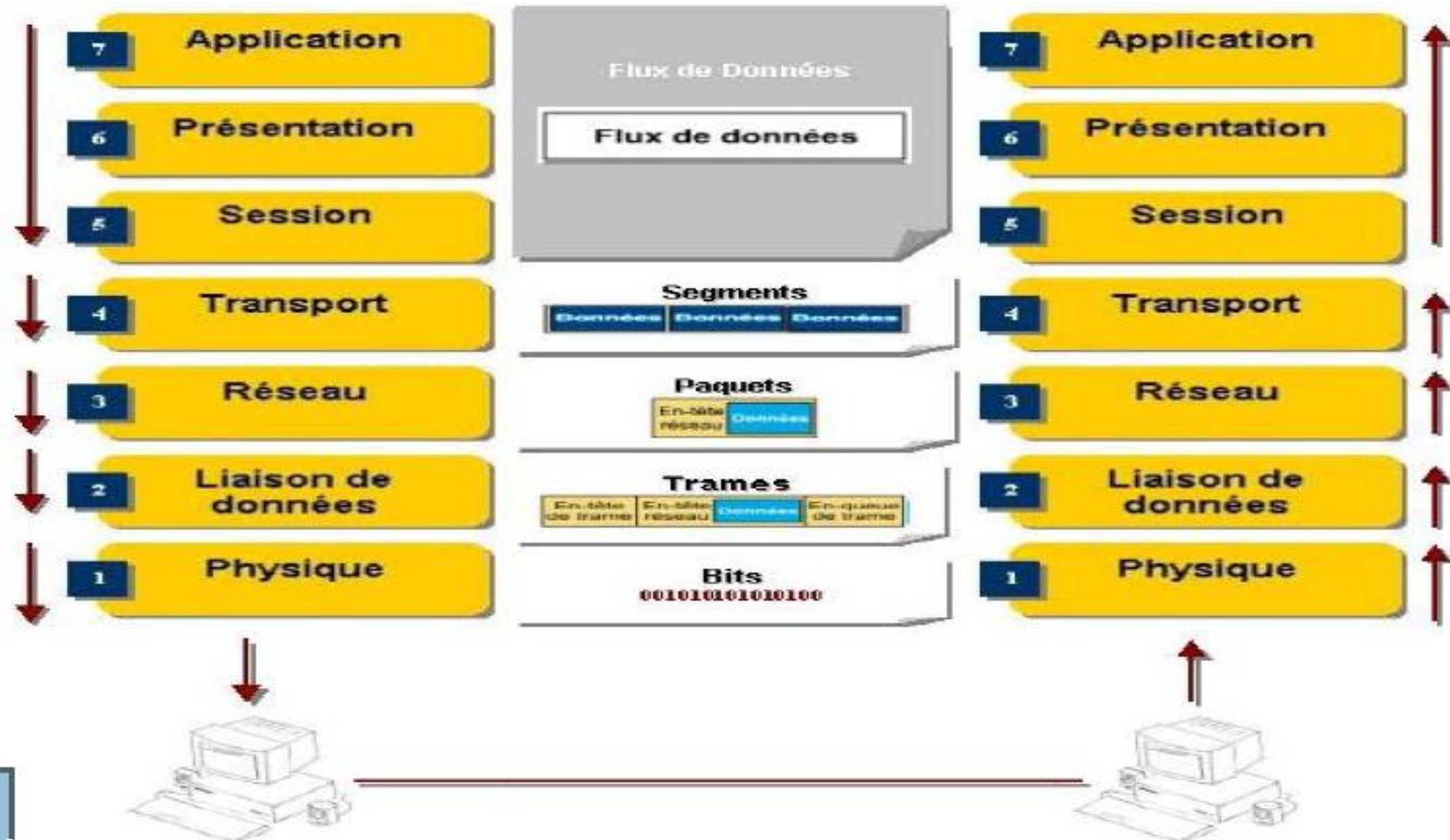
LE MODÈLE OSI



LE MODÈLE OSI

- la couche **Application**, gère le transfert des informations entre programmes.
- la couche **Présentation**, s'occupe de la mise en forme des textes et des conventions d'affichage.
- la couche **Session**, s'occupe de l'établissement, de la gestion et de la coordination des communications.
- la couche **Transport**, gère la remise correcte des informations.
- la couche **Réseau**, qui détermine les routes de transport et qui s'occupe du traitement et du transfert de messages.
- la couche **Liaison de données**, s'occupe du codage, de l'adressage, et de la transmission des informations.
- la couche **physique**, gère les connections matérielles.

LE MODÈLE OSI



LE MODÈLE OSI

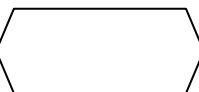
■ *Remarque :*

- Il est possible de grouper ces couches en deux parties :
- les couches de traitement ou couches hautes (4 - 5 -6 - 7),
- les couches de transport ou couches basses (1 - 2 -3).

■ *Encapsulation :*

- ✓ Dans l'ordinateur qui émet des données, les couches communiquent avec les couches homologues de l'autre ordinateur. Chaque couche ajoute des informations nommées en-têtes, destinées à communiquer avec la couche homologue située dans l'ordinateur de l'autre extrémité.
- ✓ Chaque nouveau paquet ainsi formé est inséré dans un paquet de la couche inférieure. Cette opération s'appelle **encapsulation**.

FONCTIONS DES 7 COUCHES DU MODÈLE OSI



La couche physique

- Elle comporte tout ce qui concerne l'établissement de la liaison, elle fournit les caractéristiques mécaniques, électriques et fonctionnels nécessaires à l'initialisation, au maintien et à la désactivation d'une communication.
- La couche physique s'intéresse alors :
 - Au nombre de volts à atteindre pour représenter un bit à 1 ou à 0.
 - A la durée d'un bit.
 - A la possibilité de transmettre dans les 2 sens ;
 - Au support physique de la transmission (câble);
 - A la nature du signal à transmettre (numérique ou analogique).
 - Aux équipements à utiliser (modem, Multiplexeur, Répéteur).
 - Au type de modulation à utiliser (Modem).
 - Au choix d'un mode de transmission (Synchrone ou Asynchrone).

La couche physique

■ **La modulation :**

- ✓ La modulation sert à adapter un signal numérique aux conditions de ligne analogique. Cette opération est possible par l'utilisation d'appareils électroniques appelés Modems.
- Il existe 3 types de modulation :
 - ✓ Modulation d'amplitude : le passage de 0 à 1 est indiqué par le niveau d'amplitude.
 - ✓ Modulation de fréquence : le passage de 0 à 1 est indiqué par le changement de fréquence.
 - ✓ Modulation de phase : le passage de 0 à 1 est indiqué par le changement de phase.

La couche physique

- ***La modulation d'amplitude:***

Principe : L'amplitude du signal porteur varie en fonction du signal binaire (0 ou 1).

Lorsque le bit est "0", l'amplitude du signal est faible.

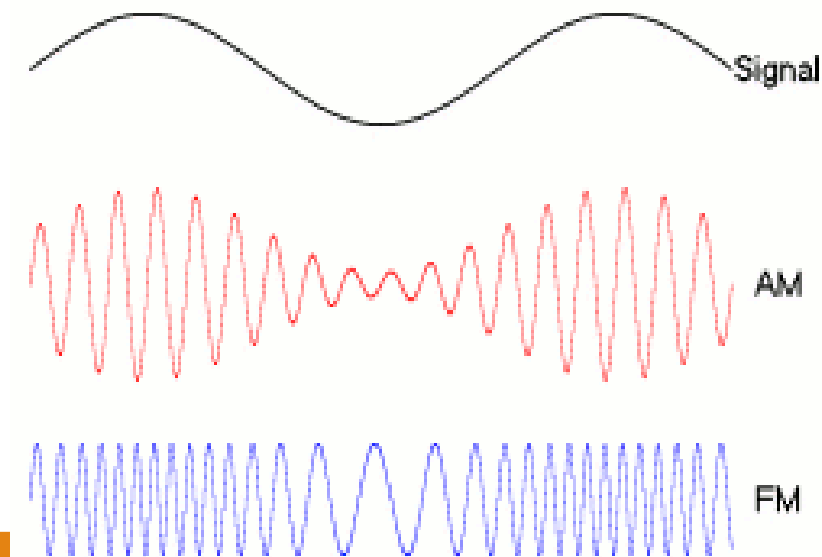
Lorsque le bit passe à "1", l'amplitude du signal augmente.

La couche physique

■ *La modulation de fréquence:*

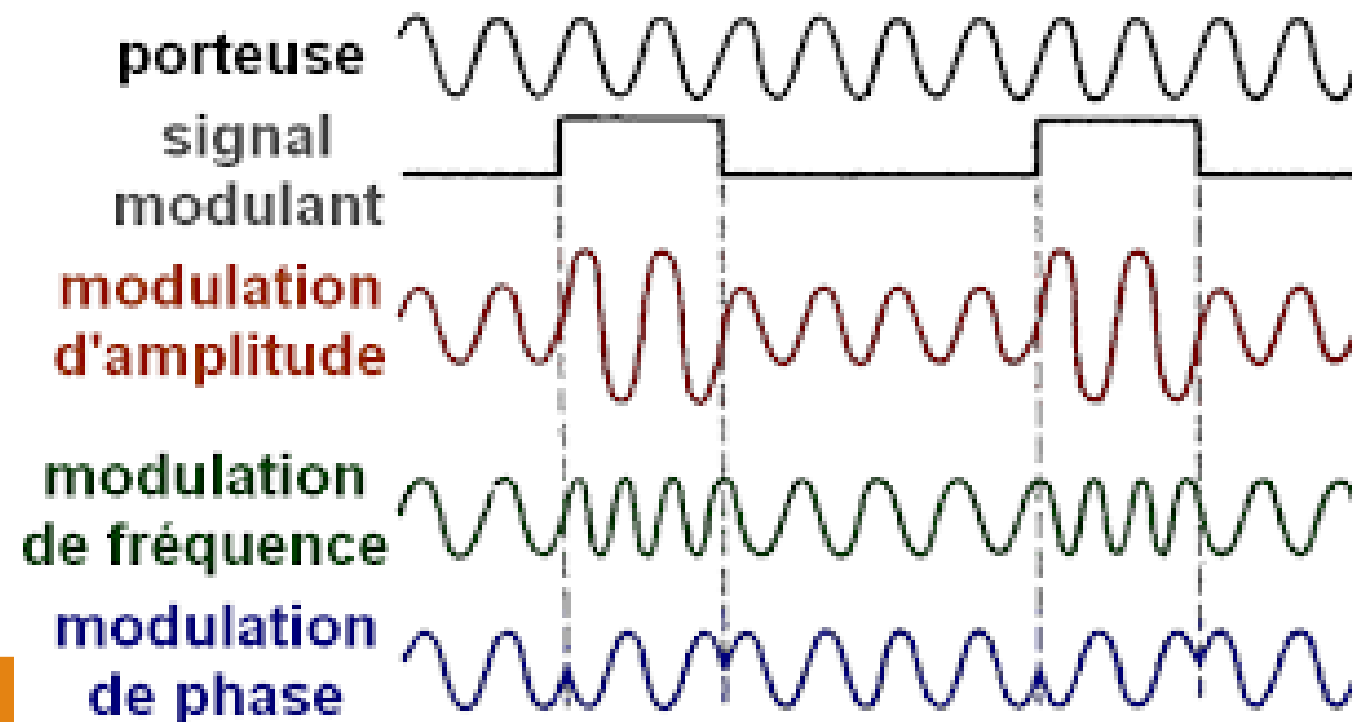
Principe : La fréquence du signal porteur change en fonction du signal binaire. Un "0" peut être représenté par une fréquence faible et un "1" par une fréquence plus élevée.

Le signal a une fréquence plus basse pour les bits "0" et une fréquence plus haute pour les bits "1".



La couche physique

- **La modulation de Phase:**
- Principe : La phase du signal porteur change pour indiquer les transitions entre les bits "0" et "1". Un "1" correspond à un changement de phase par rapport au bit précédent.
- Le signal change de phase (décalage) lorsqu'il passe de "0" à "1".



La couche physique

- ***La démodulation :***
- C'est l'opération inverse de la modulation, c'est-à-dire transformer un signal analogique en signal numérique. C'est également le Modem qui est responsable de cette opération qu'on appelle échantillonnage.

La couche physique

- ***La codification numérique :***

- Il y a différentes techniques pour représenter numérique en numérique.

- ❖ ***Code NRZ (No Return to Zero) :***

- La valeur (0) sera représentée par un signal négatif $-V$
- la valeur binaire (1) sera représentée par signal positif (son opposé); $+V$

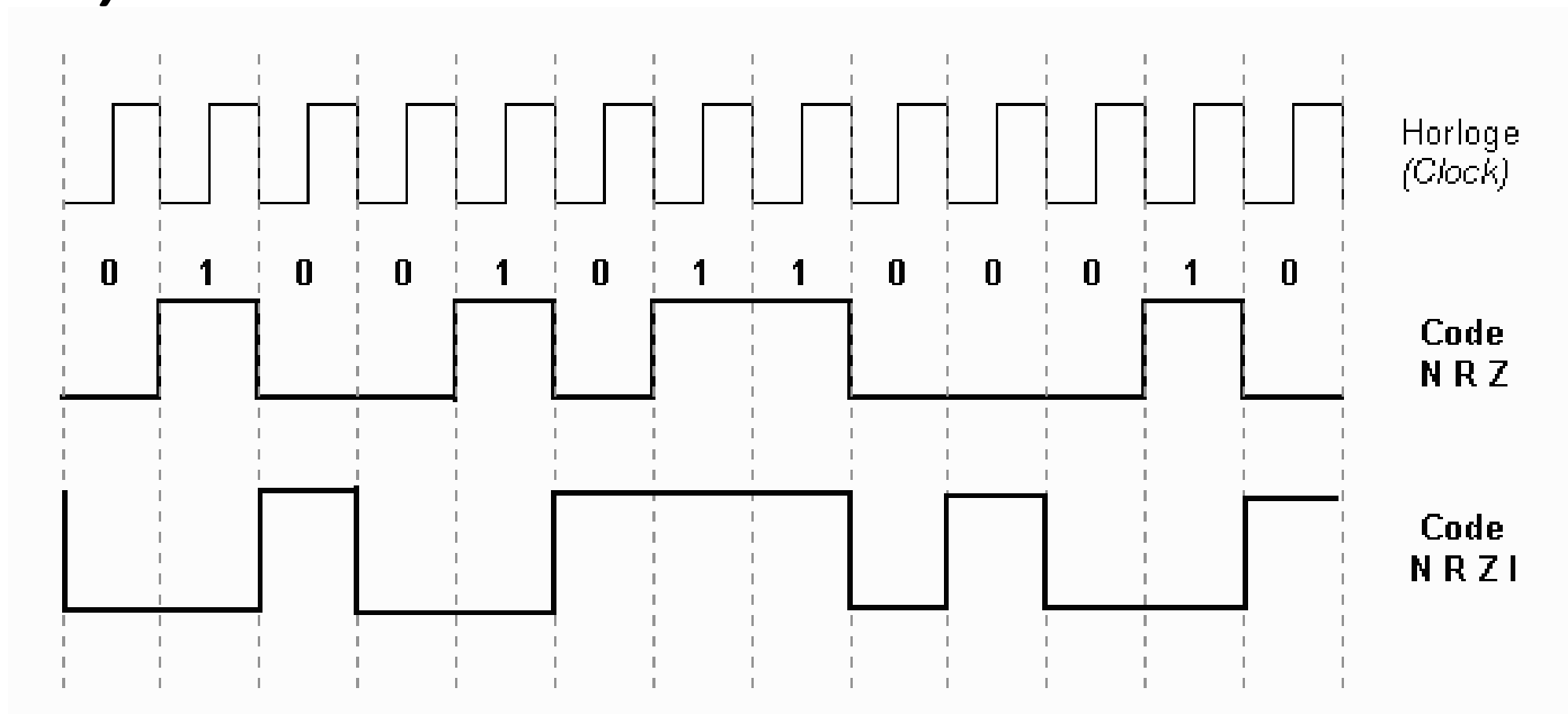
- ❖ ***Code NRZI (No Return to Zero Inverse) :*** C'est le code NRZ inversé.

- Valeur binaire 1 : signal négatif
- Valeur binaire 0 : signal positif.

La couche physique

■ *La codification numérique :*

❖ *Code NRZ (No Return to Zero) vs Code NRZI (No Return to Zero Inverse)*



La couche physique

- *La codification numérique :*
 - *Code Biphase Manchester*
 - *Code Miller (Delay Mode)*

La couche physique

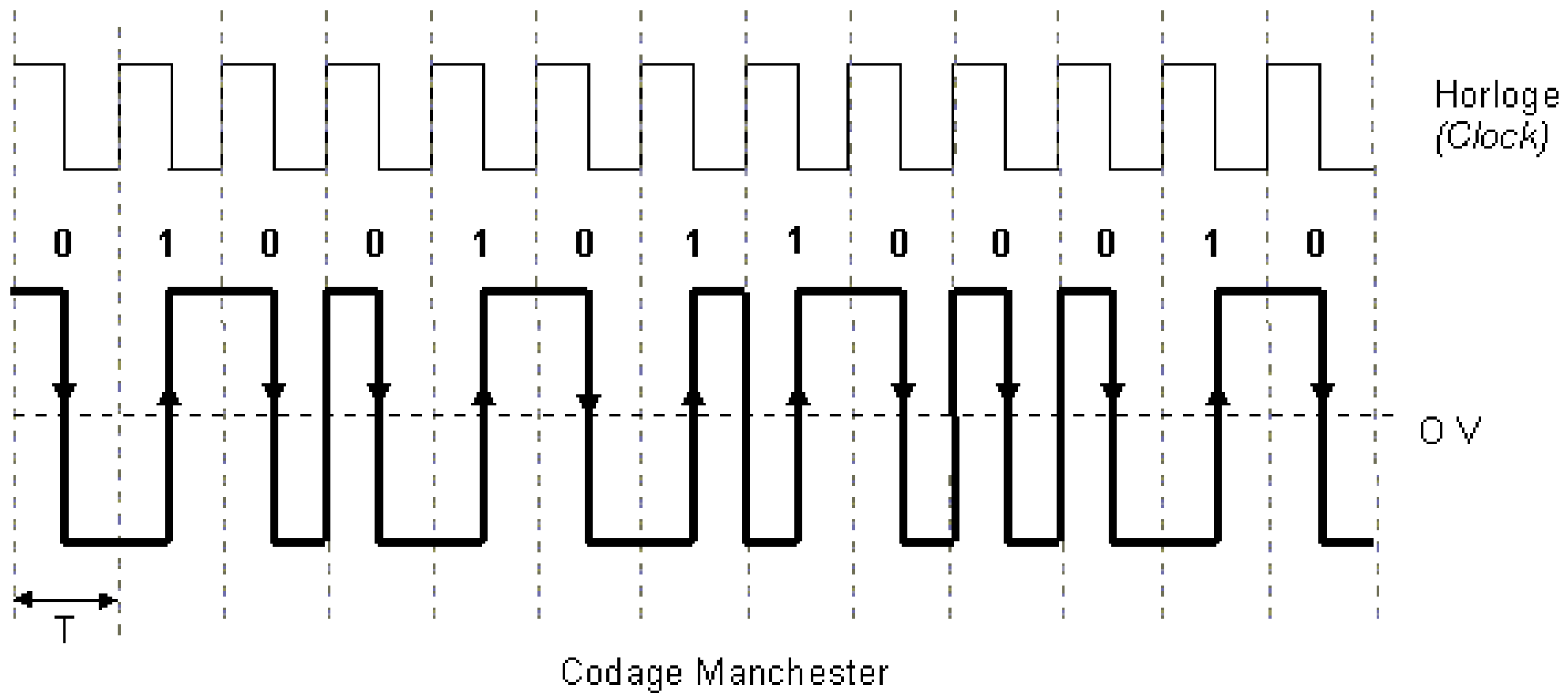
- ***La codification numérique :***

- ***Code Biphase Manchester (codage bi-phase)***

- Valeur binaire 1 : transition (passage) de haut en bas au milieu de l'intervalle.
- Valeur binaire 0 : transition (passage) de bas en haut au milieu de l'intervalle.

- ***Code Miller (Delay Mode)***

- Utilise une transition au milieu du bit pour représenter le (1)
- N'utilise pas de transition pour représenter la valeur binaire (0). Il utilise une transition à la fin du bit si le bit suivant est (0).

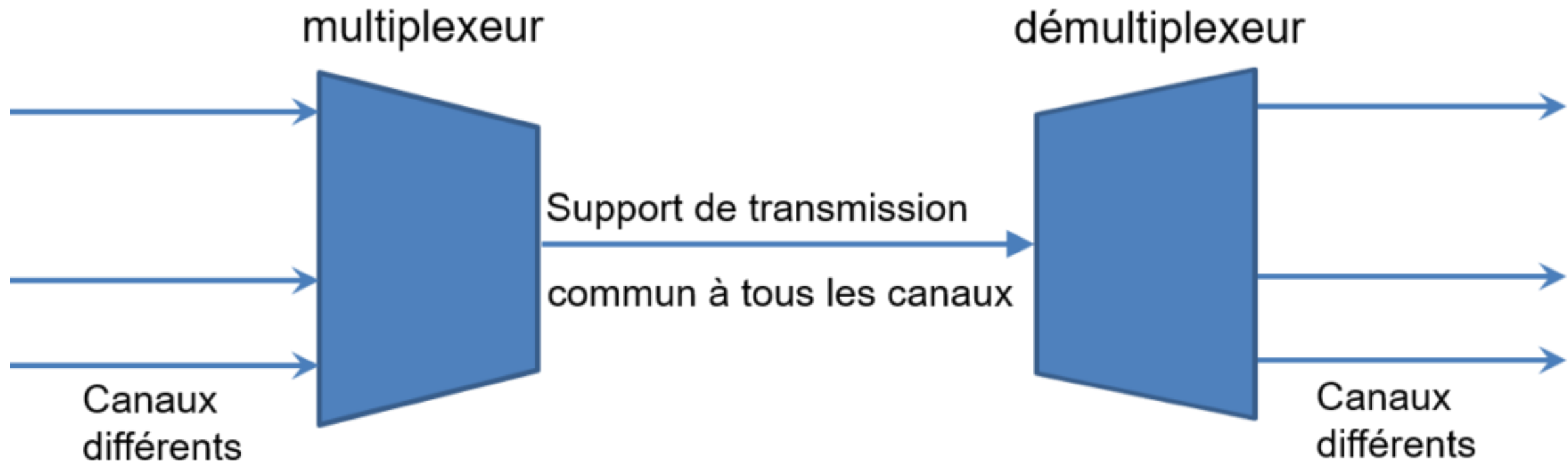


La couche physique

- **La codification numérique :**
- **Code Miller (Delay Mode):** Le code Miller utilise une transition au milieu du bit pour représenter le (1) et n'utilise pas de transition pour représenter la valeur binaire (0). Il utilise une transition à la fin du bit si le bit suivant est (0).

La couche physique

- ***Les multiplexeurs(MUX):/Démultiplexeurs (DEMUX)***
- Ce sont des appareils électroniques qui permettent de faire passer plusieurs signaux sur un minimum de canaux

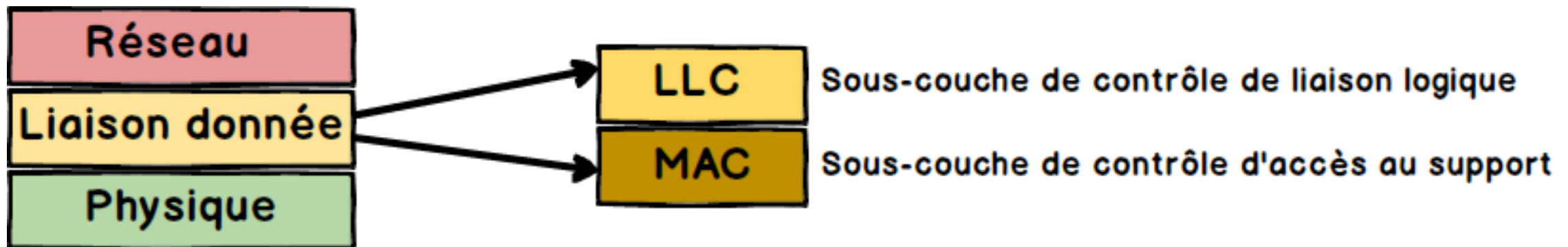


La couche physique

- ***Les multiplexeurs(MUX):***
- Ce sont des appareils électroniques qui permettent de faire passer plusieurs signaux sur un minimum de canaux.
- Le multiplexage se fait de 2 manières :
 - ✓ **Le multiplexage de fréquence** : On découpe un canal haut débit en sous canaux ayant chacun une plage de fréquence (Nombre d'oscillations dans un même plage horloge).
 - ✓ ***Le multiplexage temporel*** : Le MUX prélève successivement sur les différents canaux d'entrée des bits pour construire un train de bits à transmettre à la ligne commune.

La couche liaison

- L'IEEE décompose la couche liaison en deux sous-couches :
 - **LLC : Logical Link Control**
 - **MAC : Media Access Control**
- La sous-couche MAC est responsable de la constitution des trames quand les données sont en cours d'émission et elle est responsable du découpage du train de bits en trames si les données sont en cours de réception. Au niveau de la MAC, on trouve l'adresse qui permet d'identifier la machine d'une manière unique au niveau mondial (MAC : Manufactured Address Card).
- **La sous-couche LLC** s'occupe de tout ce qui est procédures de contrôle et détection d'erreurs.



La couche liaison

■ *La sous-couche MAC :*

A	B	C	D	E	E
Champ de début de trame	Champ d'adresse	Longueur et type de trame	Champ de données	Champ des FCS	Champ de fin de trame

A : séquence d'octets prévenant le récepteur du début de la trame

B : adresse des machines source et destination

C : champ indiquant la longueur de la trame

D : Données transmises par la couche réseau (émetteur et récepteur)

E : séquence de détection et de correction d'erreurs

F : séquence d'octets indiquant la fin de la trame.

■ *La sous-couche MAC :*

- ✓ Si la sous-couche **MAC** vient de recevoir les données de la couche physique, elle doit rechercher la séquence de début de trame et la séquence de fin de trame pour l'isoler et pouvoir la traiter. Ensuite, elle doit vérifier si l'adresse de destination correspond à celle du système auquel elle appartient. Si c'est le cas, elle enlève tous les champs de la trame exceptés les champs D et E qu'elle fait passer à la sous-couche LLC.
- ✓ Si les données viennent de chez la sous-couche LLC (de la couche réseau), la sous-couche MAC va prendre ces données, leur ajouter les champs B et C et les encapsuler (les encadrer) par les champs A et F puis les faire passer à la couche physique.

La couche liaison

- ***La sous-couche MAC :***

- ✓ ***L'adressage MAC :***

- Pour vérifier si une trame est destinée à la machine, la couche liaison (MAC) compare l'adresse du destinataire se trouvant dans la trame avec l'adresse MAC. L'adresse MAC est une adresse implantée par le fabricant de la carte réseau dans la ROM de celle-ci. Elle se présente sous la forme de 12 chiffres hexadécimaux.

La couche liaison

■ ***La sous-couche LLC :***

- Toutes les trames peuvent connaître des erreurs lors de la transmission. Les sources de ces erreurs sont variées comme exemples :
 - ✓ Le bruit thermique : c'est un problème toujours présent. Il est dû à
 - l'agitation des électrons sur les câbles.
 - ✓ Le bruit impulsif : il résulte de rupture de surtension.
 - ✓ Deux lignes proches physiquement.
 - ✓ Parité bidirectionnelle : elle permet de rajouter des bits au message
 - original. Ces bits représentent un nombre pair ou impair de « 1 » binaires
 - ✓ Nombre de caractères : il permet d'ajouter au message original le nombre total de bits ...

La couche liaison

▪ ***La sous-couche LLC :***

- ✓ La sous-couche LLC de l'ordinateur source calcule la séquence de contrôle d'erreurs et l'ajoute au message. La LLC de l'ordinateur cible examine les données reçues, calcule la séquence de contrôle (en utilisant la même méthode que l'émetteur) et vérifie si elle correspond à celle obtenue par l'ordinateur source.
- ✓ La procédure LLC est définie dans la norme IEEE 802.2 (touche uniquement la couche 2)

La couche réseau

- La couche réseau est une couche complexe qui assure la connectivité et la sélection du chemin entre deux systèmes hôtes pouvant être situés sur des réseaux géographiquement éloignés.
- Elle assure l'acheminement et le routage (choix du meilleur chemin) de l'information à travers le réseau. Elle assure également un rôle de contrôle de flux et d'adressage.

La couche transport

- Types de services offerts : Il existe deux types de services offerts:
- **Services sans connexion :**
 - ✓ **Service sans connexion et sans acquittement :** La machine source envoie les données à la machine destinataire sans recevoir un message de confirmation de la réception (acquittement). Si la trame est perdue, il n'y a pas moyen d'y remédier. Ce type de service est utilisé quand le taux d'erreur est faible et dans le trafic en temps réel (la parole).
 - ✓ **Service sans connexion et avec acquittement :** A la réception d'une donnée, le destinataire doit envoyer un acquittement prévenant l'émetteur que le message a été reçu. Si après un certain temps l'émetteur ne reçoit pas cet acquittement, il envoie le message encore une fois.
- **Services orientés « connexion »**
 - L'émetteur et le récepteur se mettent d'accord pour établir une connexion avant de transmettre les données. Il faut établir la connexion, transmettre les données et libérer la connexion.

La couche transport

■ **Fonctions de la couche transport :**

- ✓ La couche transport permet le contrôle de flux et assure la fiabilité de la transmission. Elle essaie de détecter les erreurs et de redemander la transmission en cas d'erreur. Elle doit découper les messages de grande taille en segments pour le compte de la couche réseau. Du côté récepteur, elle doit ordonner les segments qui sont arrivés pour recomposer le message d'arrivée et le faire passer à la couche session.
- ✓ La couche transport essaie d'assurer une qualité de service concernant l'établissement d'une connexion, le délai de cette connexion, le débit de l'information et le délai de la déconnexion.

La couche session

- Elle assure la communication entre les émetteurs et les récepteurs;
- Elle assure l'ouverture et la fermeture de session entre les applications;
- Elle contrôle le dialogue et définit les règles d'organisation, de synchronisation, le droit de parole et la reprise de communication après une pause ou une interruption.
- Exemple de protocoles utilisés au niveau de cette couche :
 - ✓ SQL : Structured Query Language
 - ✓ ASP : Protocole de Session Apple Talk
 - ✓ SCP : Protocole de Contrôle de Session
 - ✓ RPC : Remote Procedure Call






La couche présentation

- Deux personnes s'exprimant dans des langues différentes doivent utiliser les services d'un traducteur. La couche présentation sert de traducteur pour les stations communiquant au niveau d'un réseau. Elle offre trois fonctions principales :
- Formatage des données
- Chiffrement des données
- Compression des données

La couche application

- La couche application fournit une interface utilisateur pour accéder aux services réseau. Elle englobe les protocoles et les applications spécifiques utilisés pour des tâches telles que le courrier électronique, le transfert de fichiers, la navigation sur le web, etc.

Répartition des éléments du réseau en fonction des couches du modèle OSI

Elément	Couche correspondante
Supports de transmission 1e Répéteur 	Couche 1 (physique) Couche 1 (Physique)
1e Concentrateur 	Couche 1 (Physique)
Les Ponts 	Couche 2 (liaison de données)
Les Commutateurs 	Couche 2 (liaison de données)
Les Routeurs 	Couche 3 (réseau)

La Pile TCP/IP

Introduction à l'internet

- Il est constitué de l'interconnexion de multiples réseaux,
- Il offre un service de réseau virtuel mondial,
- Il repose sur un adressage global se plaçant au-dessus des différents réseaux.
- Ces derniers sont reliés entre eux par des routeurs.
- Objectifs et propriétés :
 - ✓ Masquer les détails matériels des différents réseaux,
 - ✓ Ne pas imposer de topologie réseaux particulière,
 - ✓ Faire partager tous les ordinateurs de l'Internet par un ensemble d'identificateurs qui soit universel (nom URL ou adresse IP).

Introduction TCP/IP

- Transfer Control Protocol / Internet Protocol
- C'est le protocole d'Internet : le protocole de base de L'Internet.
- Interconnexion de réseaux planétaire
- Interconnecte des réseaux sur divers protocoles :
 - ✓ Ethernet, Token Ring, PPP, ATM, Frame Relay, ...
- C'est une pile de protocoles
 - ✓ Elle est indépendante de l'architecture matérielle et des systèmes d'exploitation.
 - ✓ Elle se base sur la philosophie OSI en ce qui concerne:
 - Le découpage 4 couches (7 couches por OSI), L'encapsulation.

Introduction TCP/IP

- TCP/IP : interconnexion de réseaux planétaire
- Interconnecte des réseaux sur divers protocoles :
 - ✓ Ethernet, Token Ring, PPP, ATM, Frame Relay, ...
- TCP/IP = services de base du transfert des données
 - ✓ Transport de datagrammes : service élémentaire de la
 - commutation de paquets.
 - ✓ Transport de messages acquitté entre uniquement l'émetteur et le récepteur (TCP)
 - ✓ Chaque nœud d'interconnexion (IP) gérant de proche en proche la transmission des datagrammes
 - ✓ Adaptation de TCP/IP à la plupart des interfaces matérielles.
 - ✓ Indépendant du support de transmission; adaptables à toutes
 - sortes de media depuis le réseau local jusqu'aux réseaux
 - opérateurs "longues distances".

Protocoles

■ Définition :

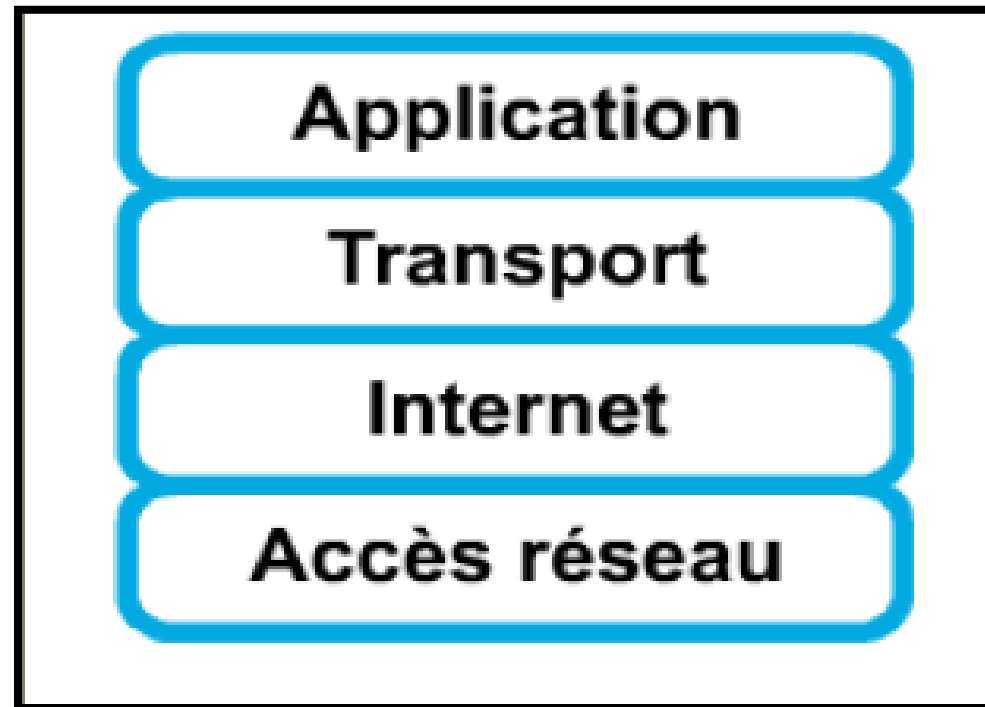
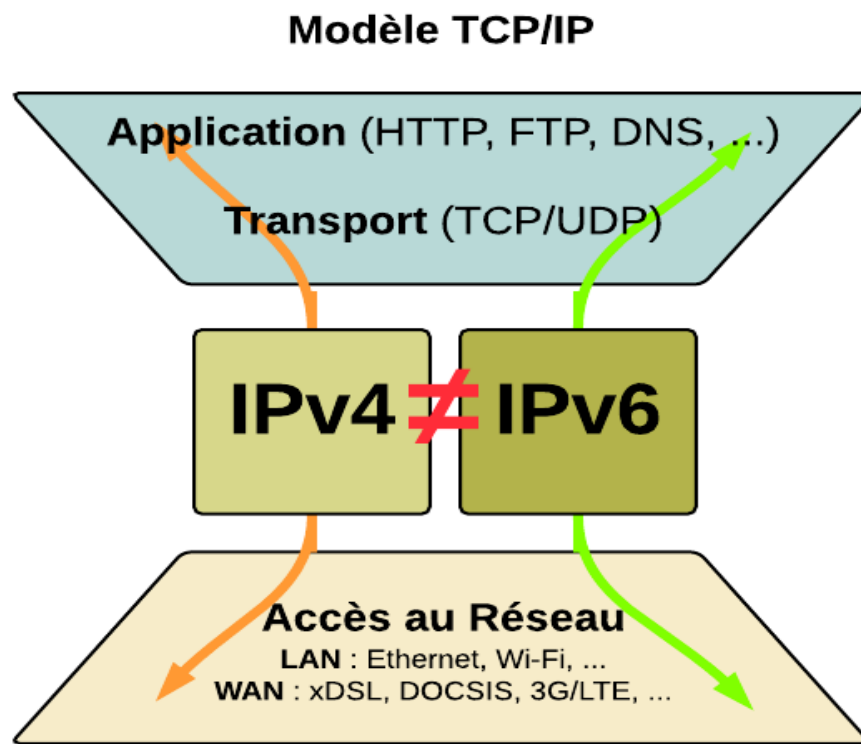
- ✓ Les protocoles définissent les règles standardisées permettant un échange d'informations au travers d'un réseau bit/byte/paquet et information/données.
- ✓ Ils sont désignés pour normaliser (temps de réponse , qualité, type de support)et prennent en compte les contraintes(atténuation, bruit, perte, délai, segmentation)

■ Structure :

- ✓ Les protocoles sont structurés en couches, Il y a 7 couches. Ils sont définis par le modèle OSI (Open System Interconnexion).

Couches du modèle TCP/IP

- Le modèle TCP/IP comporte quatre couches : la couche application, la couche transport, la couche Internet et la couche d'accès au réseau. Comme vous pouvez le constater, certaines couches du modèle TCP/IP portent le même nom que des couches du modèle OSI. Il ne faut pas confondre les couches des deux modèles, car la couche application comporte des fonctions différentes dans chaque modèle.



Couches du modèle TCP/IP

■ *La couche application :*

Les concepteurs du modèle TCP/IP estimaient que les protocoles de niveau supérieur devaient inclure les détails des couches session, présentation et application du modèle OSI. Ils ont donc simplement créé une couche application qui gère les protocoles de haut niveau, les questions de représentation, le code et le contrôle du dialogue. Le modèle TCP/IP regroupe en une seule couche tous les aspects liés aux applications et suppose que les données sont préparées de manière adéquate pour la couche suivante.

Couches du modèle TCP/IP

■ ***La couche transport :***

- ✓ La couche transport est chargée des questions de qualité de service touchant la fiabilité, le contrôle de flux et la correction des erreurs.
- ✓ Le protocole TCP est orienté connexion. Il établit un dialogue entre l'ordinateur source et l'ordinateur de destination pendant qu'il prépare les informations de couche application en unités appelées segments.

Couches du modèle TCP/IP

- ***La couche Internet :***

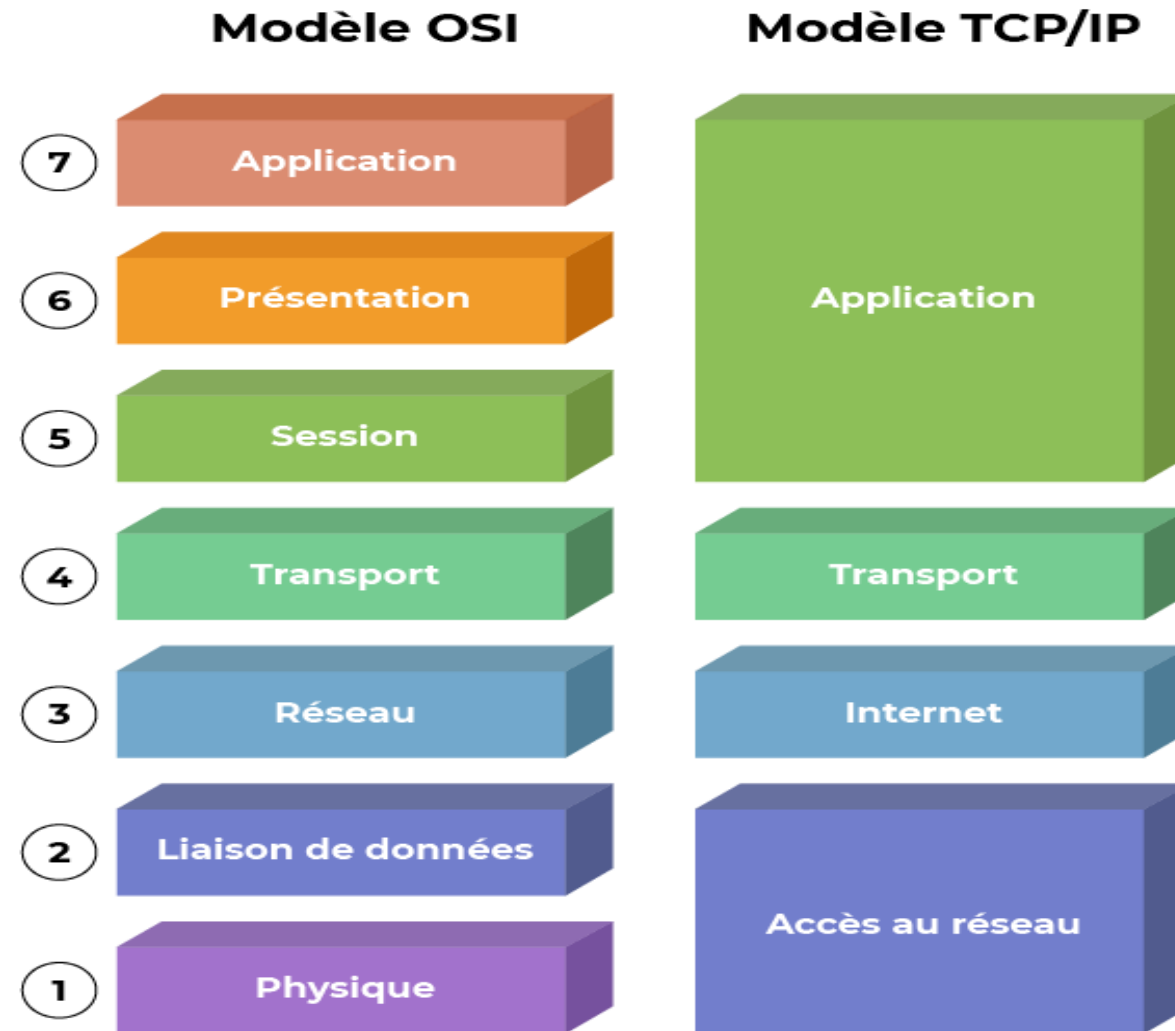
- Le rôle de cette couche consiste à envoyer des paquets source à partir d'un réseau quelconque de l'inter réseau et à les faire parvenir à destination, indépendamment du trajet et des réseaux traversés pour y arriver. Le protocole qui régit cette couche est appelé protocole IP (Internet Protocol). L'identification du meilleur chemin et la commutation de paquets ont lieu au niveau de cette couche. Pensez au système postal. Lorsque vous postez une lettre, vous ne savez pas comment elle arrive à destination (il existe plusieurs routes possibles), tout ce qui vous importe c'est qu'elle arrive à bon port.

Couches du modèle TCP/IP

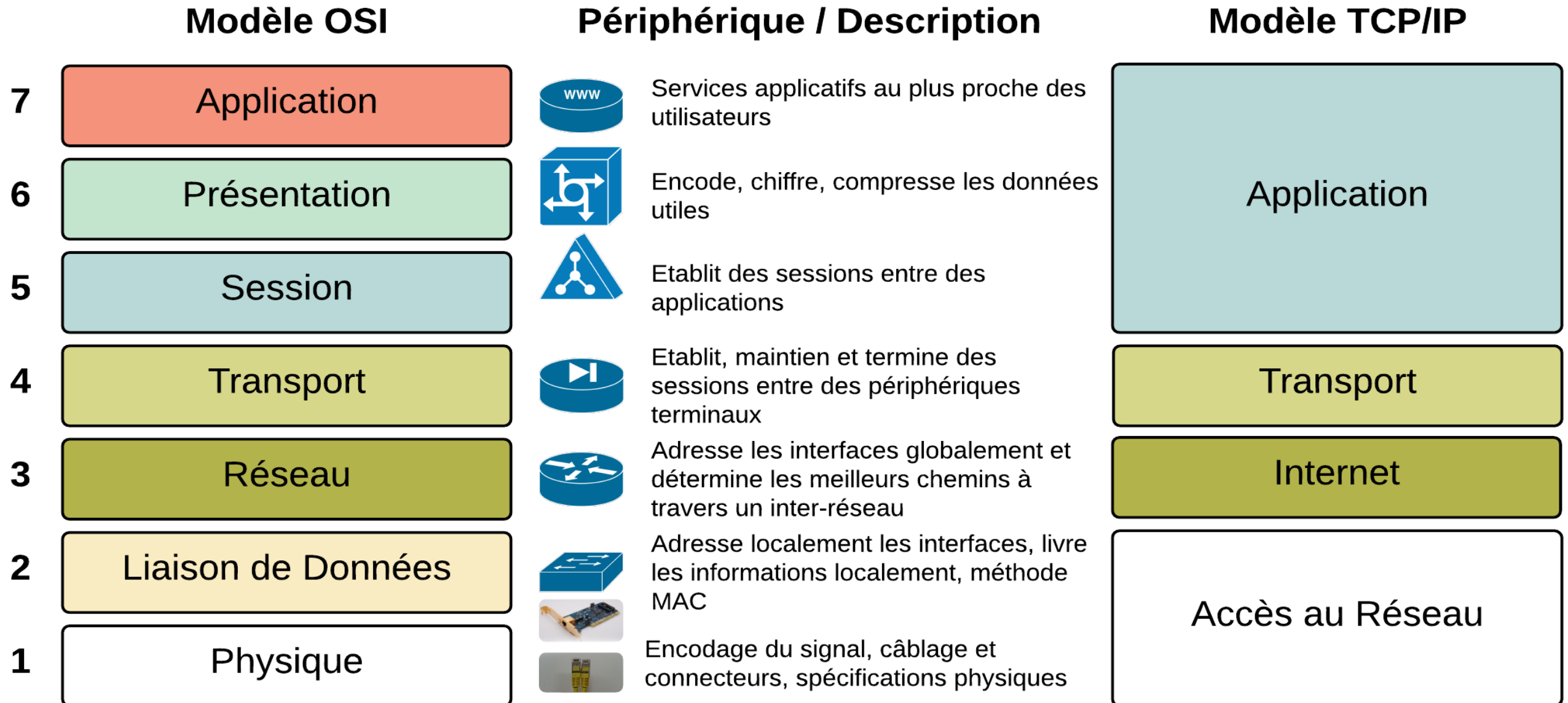
■ *La couche d'accès au réseau :*

- ✓ Cette couche se charge de tout ce dont un paquet IP a besoin pour établir une liaison physique, puis une autre liaison physique.
- ✓ Cela comprend les détails sur les technologies LAN et WAN, ainsi que tous les détails dans la couche physique et liaison de données du modèle OSI.

Modèle OSI et comparaison au modèle TCP/IP

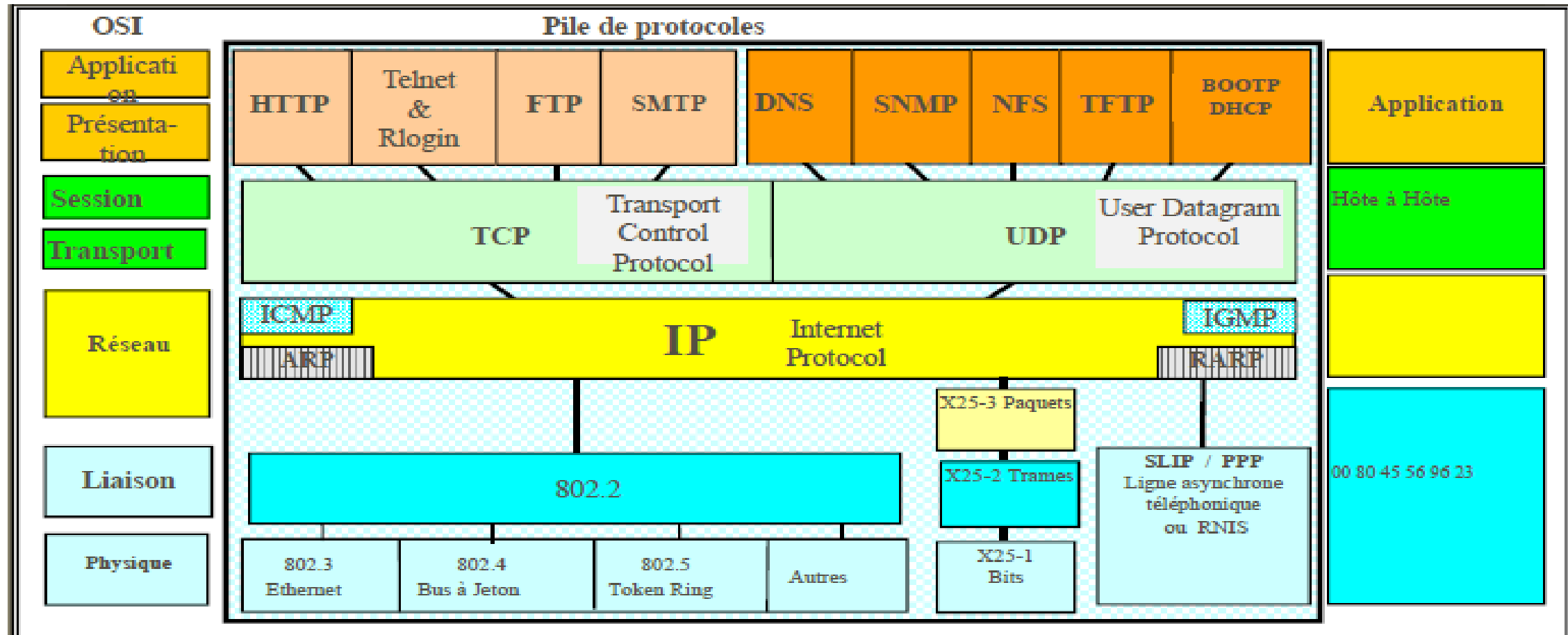


Modèle OSI et comparaison au modèle TCP/IP



Comparaison entre les modèles TCP/IP et OSI

- Le dessin suivant montre l'équivalence entre ces couches et les différents protocoles de la pile. Les protocoles correspondant aux couches 6 et 7 OSI sont des applications de transmissions qui s'appuient sur TCP/IP. Les couches 1 et 2 dépendent du type de réseau utilisé.



RÉALISATION D'UN PLAN D'ADRESSAGE

Adressage IPv4

- Au niveau de la couche Liaison, les nœuds du réseau communiquent avec les autres stations en utilisant des adresses qui dépendent du type de réseau utilisé. Un nœud peut être un micro-ordinateur, un serveur de fichier, une imprimante réseau ou n'importe quel périphérique utilisant TCP/IP. Chaque nœud possède une adresse physique ou adresse MAC.
- Dans les réseaux Ethernet et Token-Ring, l'adresse physique est contenue dans une ROM sur chaque interface réseau. Toutes les adresses sont différentes et comportent 6 octets. Cette adresse est déterminée par le constructeur de l'interface selon un plan de numérotation à l'échelle mondiale.