

Chapitre 4

Transmission physique de l'information

1. But de la transmission

Le but d'un système est d'acheminer les informations d'un système source vers un système destination. Les informations sont véhiculées sur les supports de communication sous forme de signaux.

Les informations utilisées :

- Texte
- Image fixe
- Son
- Images animées
- Données informatiques

Remarque

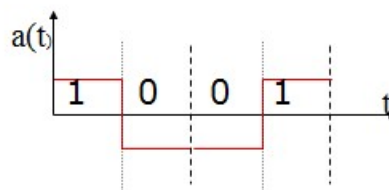
Entre les constituants d'un réseau les informations échangées sont codées sous une forme binaire, donc le système utilisé est le *système binaire*.

2. Signaux

Deux types de signaux sont utilisés pour la transmission des bits:

- Signal numérique (Digital)
- Signal Analogique

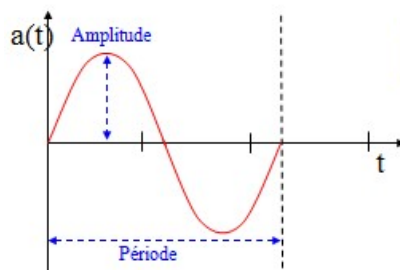
2.1. Signal numérique



Caractéristiques d'un signal Numérique:

- Signal Discret
- Nombre d'états fini
- Affaiblissement
- Court distance
- Adapté LANs (transmission en bande de base)

2.2. Signal analogique



$$a(t) = A \sin (w t + \varphi)$$

a(t) : amplitude en fonction de temps

A : amplitude max

w = 2πf (pulsation)

f = fréquence en Hz

Fréquence : nombre de périodes par seconde

φ : décalage par rapport à l'origine

t : temps en seconde

Caractéristiques d'un signal Analogique:

- Continu (nombre d'état infini).
- Moins sensible au problème d'affaiblissement.
- Longue distance
- Adapté WANs (transmission en large bande)

2.3. Transformations sur les signaux :

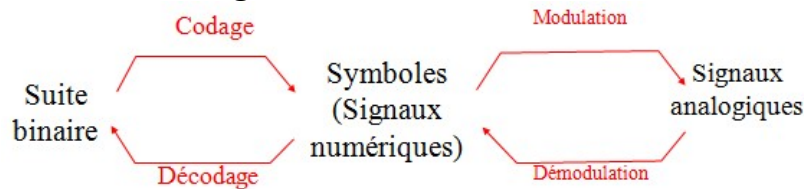
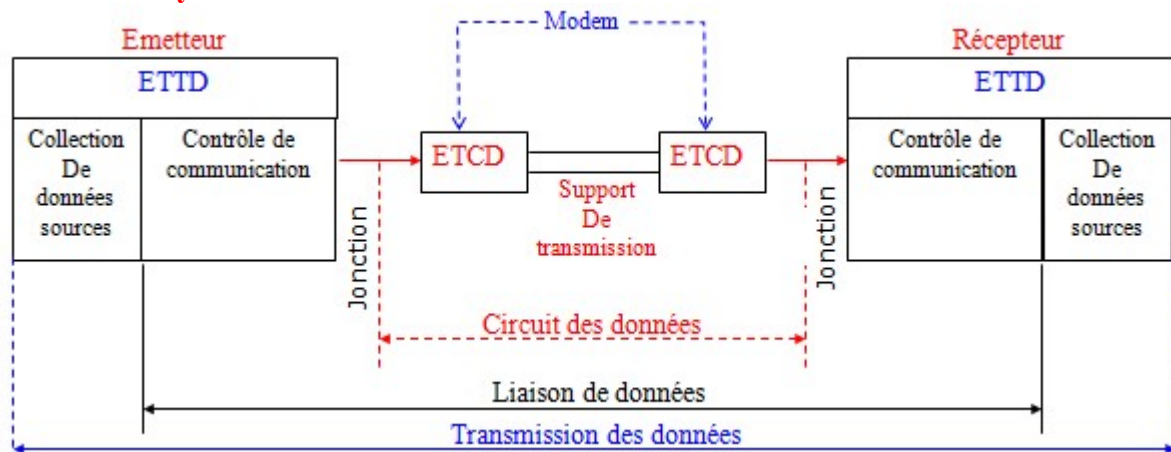


Schéma d'un système de transmission:



ETTD : Equipement Terminal de Traitement de Donnée

ETCD : Equipement Terminal de Communication de Donnée

Jonction : interface ETTD_ETCD

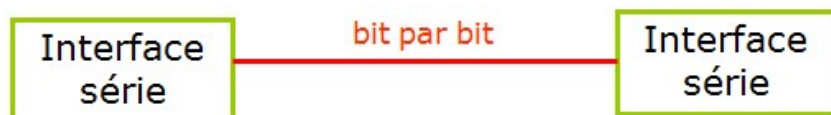
3. Caractéristiques de la transmission

On peut résumer les caractéristiques essentielles des systèmes de transmission dans les points suivants:

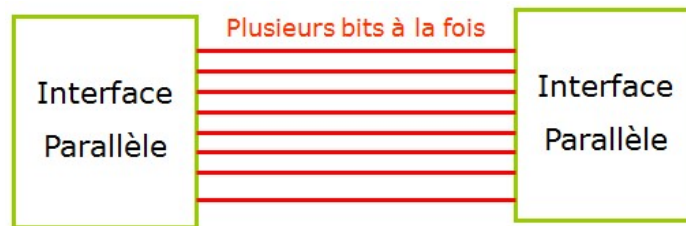
- Type de liaison
- Type de communication de la liaison
- Mode de liaison
- Méthode de transmission des signaux
- Méthode de transmission

3.1. Type de liaison

a. **Liaison série :** Consiste à la transmission bit par bit sur une même ligne (un seul fil)

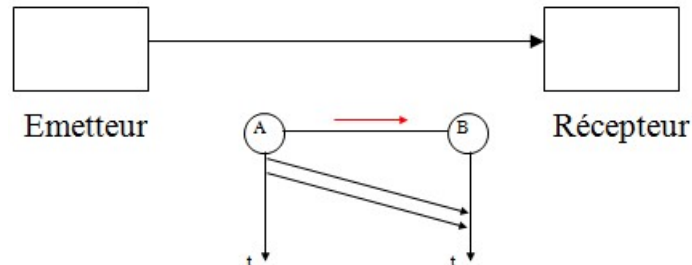


b. **Liaison parallèle :** consiste à la transmission des bits d'un même caractère en même temps sur plusieurs lignes (plusieurs fils)

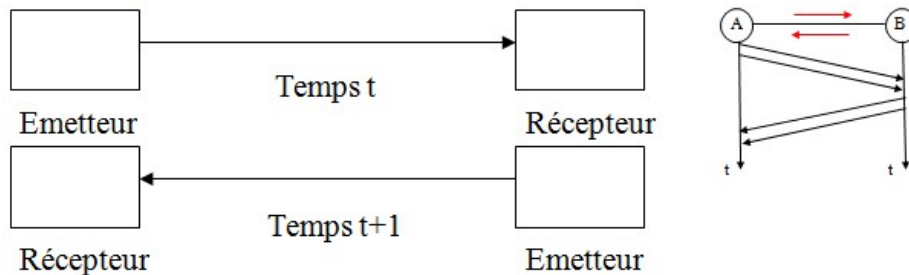


3.2.Type de communication de la liaison

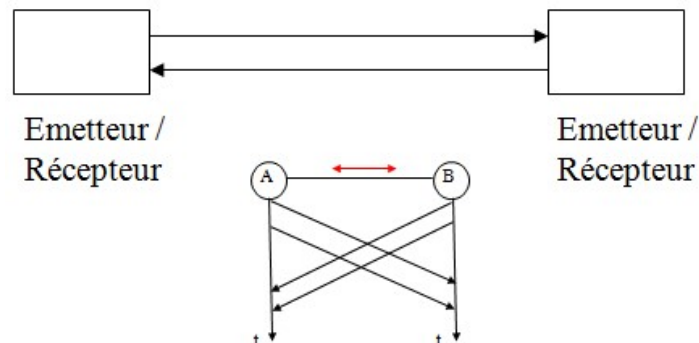
- ✓ **Simplex** : (Unidirectionnelle); Exemple : radio / télévision



- ✓ **Half Duplex** : (directionnelle à l'alternat) ;



- ✓ **Full Duplex** : (bidirectionnelle) ; Exemple : téléphone



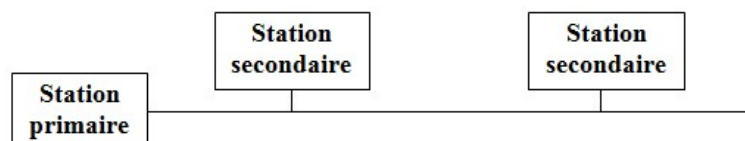
3.3.Mode de liaison

- a. **Liaison point à point** : les différents équipements sont reliés en couples avec des liens dédiés ; Exemple : le lien entre un ordinateur et un terminal

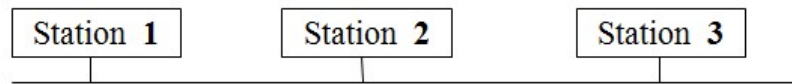


- b. **Liaison Multipoint** (à diffusion) : un même support est partagé par plusieurs nœuds, dans ce cas une politique d'accès est nécessaire pour éviter les conflits d'accès. Deux modes de contrôle d'accès sont disponibles :

- Mode maître/esclave



- Mode égal à égal ; Dans ce cas il faut une gestion des collisions

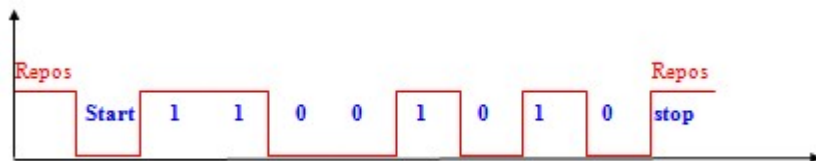


3.4. Les méthodes de transmission des signaux

La synchronisation entre l'émetteur et le récepteur permet la délimitation des données (les bits, les caractères, les blocs de données). Il existe 3 types de méthodes de synchronisation

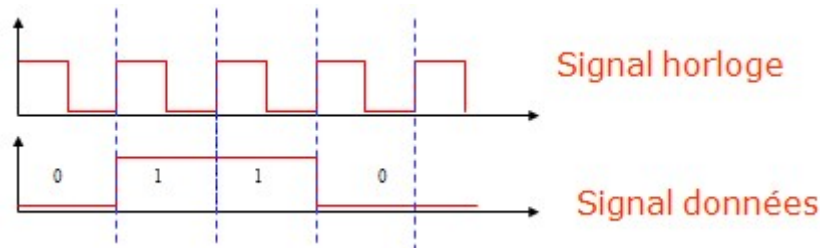
- a. **La transmission asynchrone:** La source produit des caractères à des instants aléatoires (Exemple : frappe des caractères sur le clavier) chaque caractère émis est précédé d'un moment élémentaire appelé bit start et suivi par un moment élémentaire de fin appelé bit stop.

Exemple:



- b. **La transmission synchrone par fil:** Un fil particulier appelé fil de synchronisation relie les deux horloges des deux équipements communicants et on aura la transmission des différents bits les uns à la suite des autres à chaque période d'horloge.

Exemple:



- c. **La transmission synchrone par déduction:** Dans cette technique la suite de synchronisation est déduite du train de bits reçu de ce fait il devient possible de synchroniser tout un bloc de données.

Exemple:

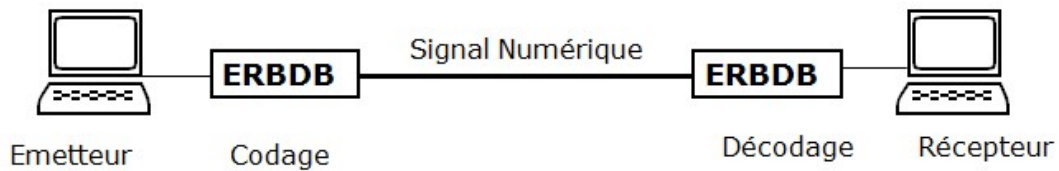
Synchronisation 1 Ø	Commande 1 Ø	Données >= 0 Ø	FCS 2 Ø	Synchronisation 1 Ø
-------------------------------	------------------------	--------------------------	-------------------	-------------------------------

3.5. Méthodes de transmission

Il existe deux méthodes de transmission :

- a. **Transmission en bande de base**

- Consiste à émettre l'information sous sa forme digitale.
- Vu le phénomène de l'affaiblissement des signaux numériques (avec la distance) ce mode de transmission se limite à une distance max théorique de 50 km (pratiquement 30 km)
- Cette technique est la plus utilisée avec les réseaux locaux
- L'opération de base de cette méthode est **le codage** en bande de base qui consiste à transformer une suite binaire en une suite numérique, afin d'adapter le signal sur le support. L'opération inverse est appelée **décodage** l'équipement qui se charge de cette opération est appelée **ERBDB** (Emetteur Récepteur en Bande De Base).

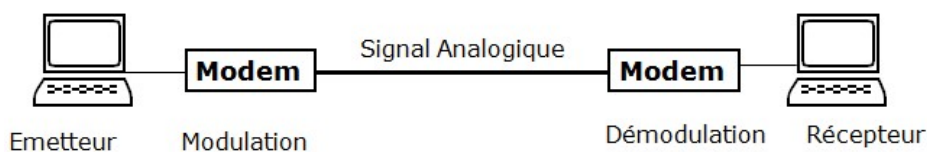


Remarque

La mise en œuvre pratique est assurée par une carte d'interface réseau (NIC : Network Interface Card)

b. Transmission en large bande

- Consiste à transformer les signaux numériques en signaux analogiques qui peuvent être transmis sur longue distance.
- L'opération de base de cette technique est appelée Modulation, l'opération inverse est la Démodulation, l'équipement qui se charge de cette opération est le Modem.
- C'est une méthode utilisée sur longue distance donc adaptée aux réseaux WANs



4. Codage

Le codage transforme généralement une suite binaire (bits) en une suite codée de symboles (signaux numériques) généralement binaires ou ternaires (trois niveau), **le décodeur** fait l'opération inverse. Le but du codage est d'adapter les bits à transmettre sur les caractéristiques de la transmission.

Codes usuels en bande de base :

1. Les codes à deux niveaux

- NRZ
- NRZI
- Biphase au Manchester
- Biphase différentiel
- Miller

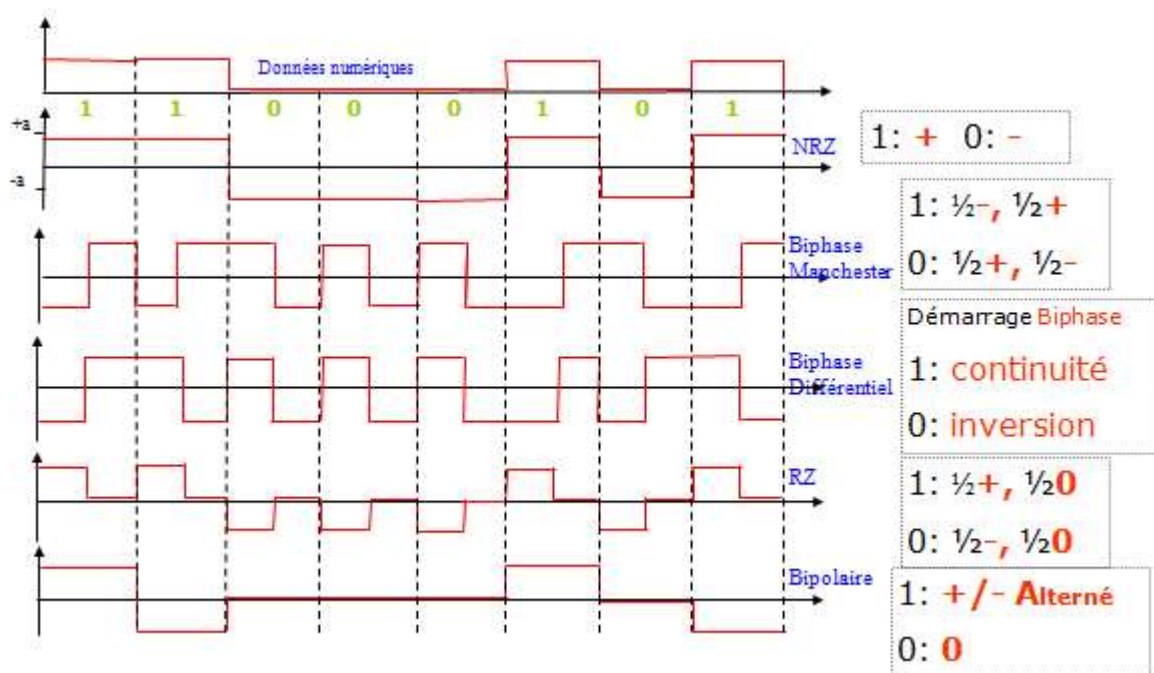
2. Les codes à trois niveaux

- RZ
- Bipolaire
- Bipolaire d'ordre 2

3. les codes en blocs

- nB / mB
- nB / mT

Exemple d'application : Soit à coder la suite suivante 11000101



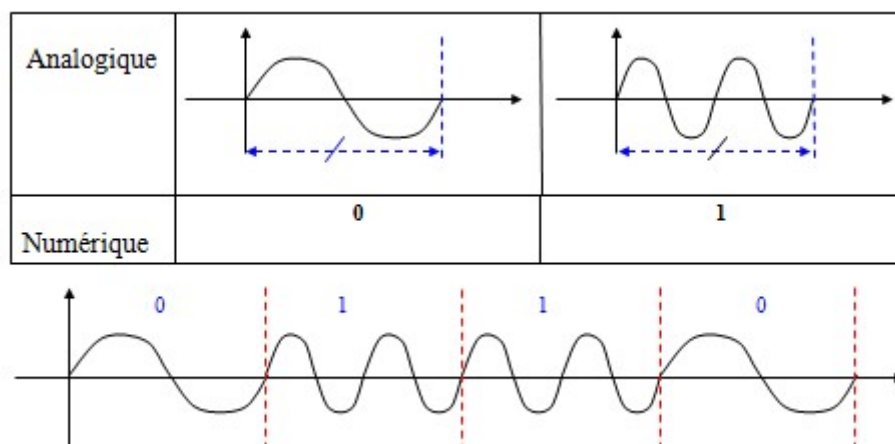
5. Modulation

La modulation consiste à transformer les signaux numériques en signaux analogique. C'est une opération réalisée par un modem il existe **3** techniques de modulation.

a. Modulation de fréquence

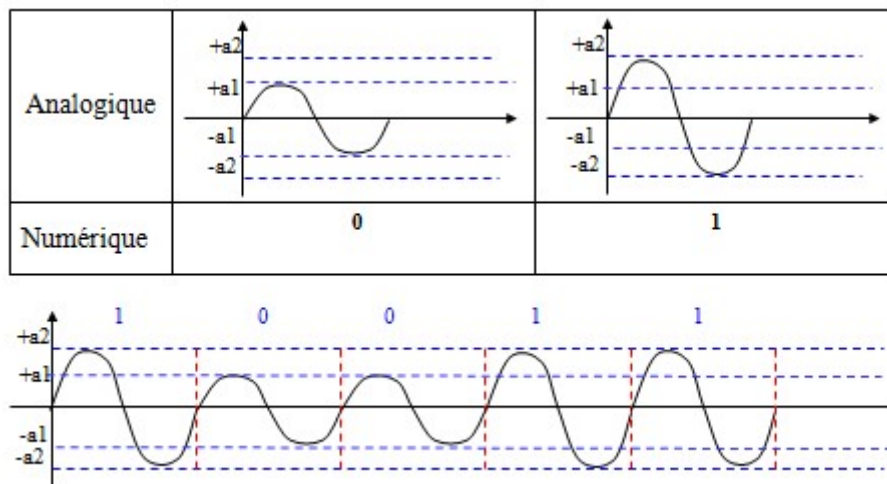
Consiste à utiliser deux fréquences différentes une pour représenter " 1 " l'autre pour représenter " 0 "

Exemple



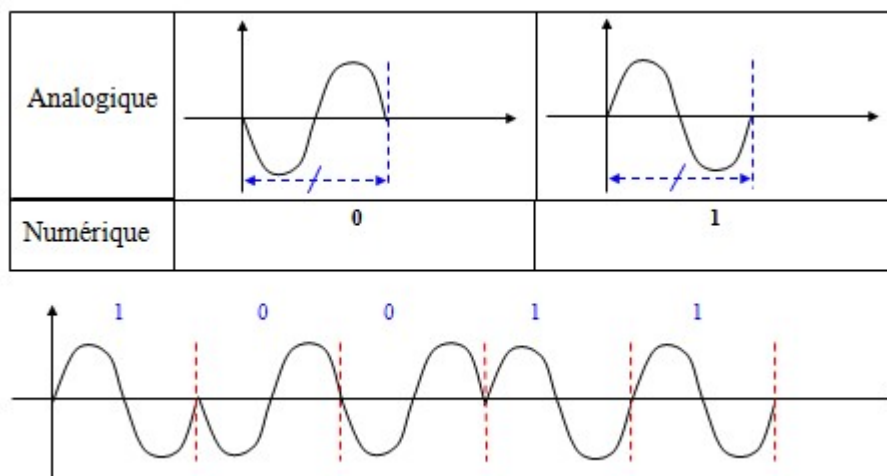
b. Modulation d'amplitude : consiste à utiliser deux amplitudes une pour " 1 " et l'autre pour " 0 "

Exemple



c. Modulation de phase : consiste à utiliser deux phases, une pour " 1 " et l'autre pour " 0 "

Exemple:



6. Multiplexage

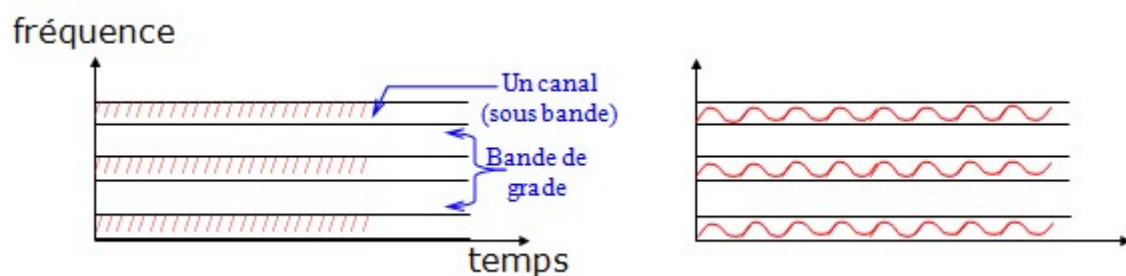
C'est le partage d'une voie de transmission entre plusieurs liaisons. Lorsque plusieurs liaisons de données sont nécessaires entre deux sites il est généralement plus économique d'utiliser une seule ligne partagée sur laquelle seront transmis les messages des différents équipements plutôt que d'utiliser autant de liaisons point à point.

Deux techniques de multiplexage sont à distinguer :

a. Multiplexage fréquentiel (FDM : Frequency Division Multiplexing)

Consiste à diviser la bande passante en sous bandes (canaux) grâce à des filtres passe-bande

Une bande de garde est généralement prévue entre les canaux afin d'éviter le problème des interférences



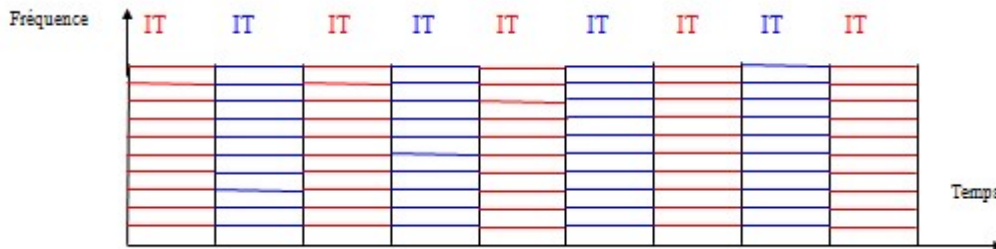
Remarque

Le FDM est essentiellement utilisé dans cadre de la transmission analogique.

b. Multiplexage temporel

TDM : Time Division Multiplexing

Consiste à partager dans le temps la voie entre plusieurs transmissions à chaque transmission est alloué un intervalle de temps appelé **IT** : (Interval Time).



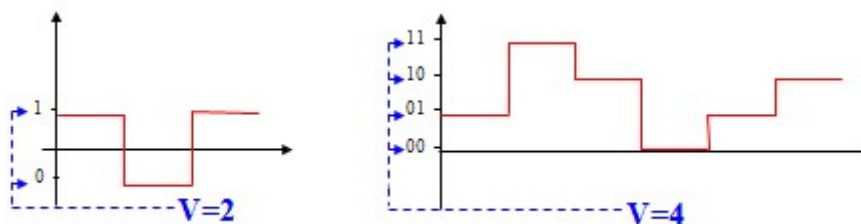
Remarque

- Le TDM est essentiellement utilisé dans le cadre des transmissions numériques.
- Si le temps alloué est selon le besoin on parle alors de **ITDM** : (Intelligent TDM) technique utilisée par les concentrateurs.

7. Grandeurs de transmission

- **Le moment élémentaire** : Laps de temps relatif à une représentation binaire (en **seconde**).
- **La Rapidité (vitesse) de modulation** : c'est le nombre de moments élémentaires par second, elle se mesure en **bauds**.
- **La Valence** : c'est le nombre d'états significatifs.

Exemple :



- **Le Débit binaire** : (vitesse de transmission) C'est le nombre de bits transmis par seconde, l'unité de mesure est le **bps (b/s)**.

Remarque:

$$1 \text{ Kb/s} = 10^3 \text{ b/s}$$

$$1 \text{ Mb/s} = 10^6 \text{ b/s}$$

$$1 \text{ Gb/s} = 10^9 \text{ b/s}$$

- **La Bande passante** : C'est une caractéristique de la voie de transmission, elle représente les fréquences supportées, l'unité de mesure est le **Hertz (Hz)**

$$B = F_{\text{max}} - F_{\text{min}}$$

Exemple : ligne téléphonique :

$$F_{\text{max}} = 3400 \text{ Hz}$$

$$F_{\text{min}} = 300 \text{ Hz}$$

$$B = 3400 - 300 = 3100 \text{ Hz}$$

Remarque

1 KHz= 10^3 Hz
1 MHz= 10^6 Hz
1 GHz= 10^9 Hz

- **Relation de Nyquist** : C'est une relation qui ne tient pas compte du bruit sur la ligne:

$$\begin{aligned} D &= R * \log_2 (v) \\ R &= 2 * B \end{aligned}$$

- D : Débit (b/s)
- R : Rapidité de modulation (baude)
- B : Bande passante (Hz)
- V : Valence

- **Théorème de Shannon** : C'est une relation qui tient compte du bruit sur la ligne:

$$D = B * \log_2 (1 + S/N)$$

- D : Débit (b/s),
- B : Bande passante (Hz)
- S/N : rapport signal sur bruit (en valeur).

Remarque : S/N est le rapport du signal sur bruit qui se mesure en décibels (**dB**) mais dans la relation de Shannon il est utilisé en valeur, La relation entre les 2 est la suivante:

$$\frac{S}{N}_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{S}{N} \right)_{\text{(valeur)}}$$

- **Temps de propagation (T_p)**: c'est le temps nécessaire pour que le signal parcourt le support d'un point à l'autre de la liaison, il dépend de plusieurs paramètres (Nature du support, Distance, Fréquence du signal).

$$T_p = L / V_p$$

- T_p : Temps de propagation (s)
- L: Distance (m)
- V_p : Vitesse de propagation (m/s)

Remarque: le T_p est souvent négligeable sur liaison terrestre, il peut devenir important pour les liaisons satellitaires.

- **Temps de transmission (T_t)**: c'est le temps nécessaire pour que le message soit envoyé totalement sur la ligne, il dépend du débit du canal

$$T_t = \text{Taille} / D$$

- T_t : Temps de transmission (s)
- Taille: Taille du message (bits)
- D: Débit (b/s)

- **Temps de Transfert (T_r)**: temps nécessaire pour que le message émis à travers le réseau soit

reçu complètement par l'équipement récepteur

$$Tr = Tt + Tp$$

- Tr: Temps de transfert (s)
- Tt: Temps de transmission (s)
- Tp: Temps de propagation (s)

8. Phénomènes caractérisant les supports de transmission

a. **L'Affaiblissement** : transformation de l'amplitude du signal qui varie en fonction de la fréquence.



c. **Le déphasage** : déformation de la phase du signal.

d. **Les phénomènes de perturbation** :

- **bruit blanc** : agitation thermique (chaleur)
- **bruit impulsif** : dû à des organes électromécaniques
- **diaphonie** : couplage parasite entre lignes voisines
- **écho** : réflexion du signal

9. Jonction

La Jonction est l'interface physique entre un ETTD et son ETCD, la jonction a pour fonction :

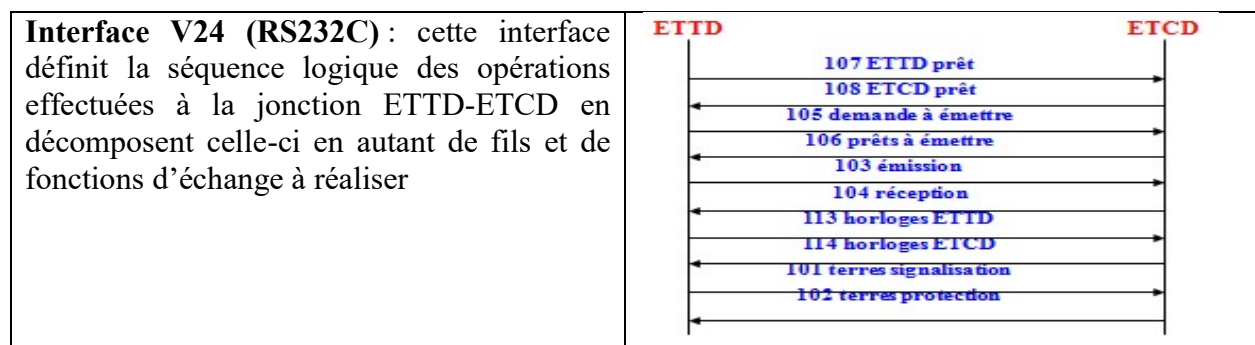
- Activer la liaison physique
- Maintenir la liaison durant le transfert de donnée
- Désactiver la liaison quand le transfert est terminé

La jonction est définie selon quatre critères :

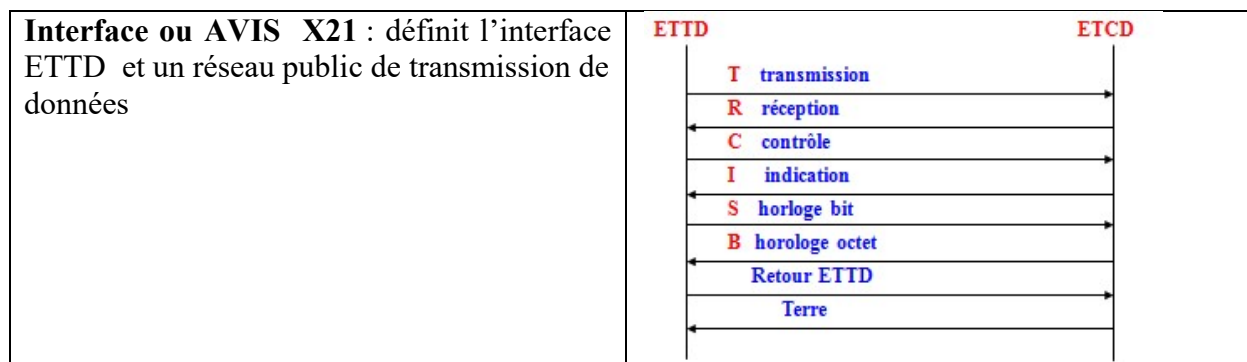
- Interface mécanique : représente les connecteurs physiques
- Interface électrique : définit le niveau électrique des signaux
- Interface fonctionnelle : transfert des données, commandes de synchronisation

Interface procédurale : procédures de commande de l'échange

Exemple de jonction : V24, X21



Remarque: V24 représente une interface PC – modem.



10. Modems

Un Modem est un équipement terminal de communication de données utilisé essentiellement dans le cadre des transmissions analogiques (ou large bande) pour assurer les opérations de modulation et démodulation d'où le nom de Modem la classification des modems selon les recommandations de UIT-T est réalisée suivant différentes caractéristiques:

- Le mode d'exploitation : Half duplex, Full duplex
- Mode de transmission : Synchrone / Asynchrone
- La vitesse de transmission : 300 b/s 56000 b/s et plus
- Support de transmission : RTC (Réseau Téléphonique Communicant), liaison spécialisée
- Principe de modulation
- Possibilité de repli à des débits inférieurs en cas d'erreur
- Procédures de correction d'erreurs et de compression de données intégrées
- Type de jonction

Les fonctions d'un Modem:

- Adaptation / codage
- Contrôle / séquenceur
- Modulation / démodulation
- Filtrage / amplification
- Adaptation

Exemples de Modems normalisés :

Norme	Débit b/s	Vitesse mod.(bauds)	Mode transmission	exploitation
V22	600-1200	600	synchrone / asynchrone	full duplex
V22 bis	2400	600	synchrone / asynchrone	full duplex
V32	9600	2400	synchrone / asynchrone	full duplex
V32 bis	14400	2400	synchrone / asynchrone	full duplex
V34	28800	3200	synchrone / asynchrone	half duplex, full duplex
V90	33600-56000	3200-8000	synchrone / asynchrone	half duplex, full duplex