

# Chapitre 01

## Notion Sur La Transmission De Données

### I- Systèmes de transmission numériques

#### I.1- Introduction:

Un réseau informatique est un dispositif qui est basé sur l'interconnexion entre des différents matériels informatiques, pour pouvoir échanger des données ou de partager des informations et des ressources matérielles et logicielles entre les différents postes et utilisateurs situés à distance les uns des autres. Le premier but d'un réseau est la transmission des informations d'un équipement à l'autre.

#### II- Organismes de Normalisation:

Le but d'une normalisation est la standardisation de tous les processus entrant dans la chaîne de communication, de la partie matérielle, logicielle et organisationnelle, pour avoir une communication simplifiée. Il faut tenir en compte que la production des normes est une chose, et les faire respecter en est une autre, c'est pour cette raison il est nécessaire que les organismes qui créent ces normes doivent avoir une grande influence sur le monde informatique, le monde de communication et aussi basé sur les composants qui les constituent. Concernant les réseaux informatiques et les réseaux de communications, il en existe dans le monde des organismes Internationale d'autres régionales.

#### II.1- Internationale:

UIT/ITU : Union Internationale des Télécommunications (<http://www.itu.ch>)

IEEE: Institute of Electronic and Electricity Engineers.

ISO: International Standard Organisation.

CCITT: Comité Consultatif International Téléphonique Télégraphique.

#### II.2- Régionales:

TTC : Japanese Telecommunications Technology Committee.

CEN: Comité Européenne de Normalisation.

CENELEC: Comité Européenne de Normalisation ELECtrotechnique.

ETSI : European Telecommunication Standard Institute (<http://www.etsi.fr>).

### III- Support et Canaux de Transmission

Nous appelons support de transmission tout moyen permettant de transporter des données sous forme de signaux de leur source vers leur destination sans affaiblissement, ou distorsions. Il existe Deux types de supports; les supports limités et les supports non limités.

### III.1- Les Supports Limités:

#### III.1.1- Paire Torsadée:

C'est un câble téléphonique constitué à l'origine de deux fils en cuivre ou en aluminium isolés dans une gaine plastique et enroulés l'un sur l'autre. Actuellement on utilise plutôt des câbles constitués de 2 ou 4 paires torsadées. Elle a une grande utilisation dans le câblage des réseaux, (connexion facile, faible coût, faible immunité aux bruits).

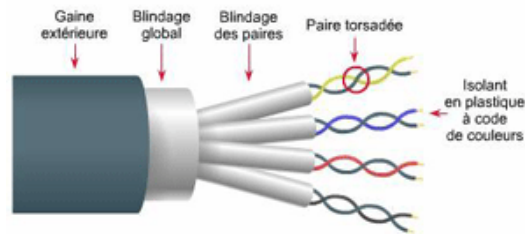


Figure 1: Paire Torsadée

#### III.1.2- Le Câble Coaxial:

Un câble coaxial est constitué d'un fil de cuivre entouré d'un isolant flexible, lui-même entouré d'une torsade de cuivre ou d'un ruban métallique qui agit comme le second fil du circuit et comme protecteur du conducteur intérieur. Cette deuxième couche ou protection peut aider à réduire les interférences externes. Une gaine de câble enveloppe ce blindage. C'est une technologie utilisée depuis de nombreuses années pour tous les types de communications de données.

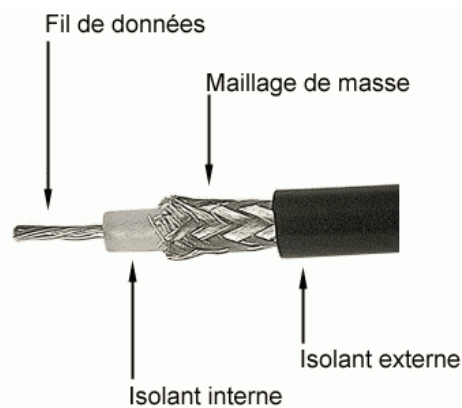


Figure 2: Câble Coaxial

#### III.1.3- La Fibre Optique:

Une fibre optique est constituée d'un fil de verre très fin. Elle comprend un cœur, dans lequel se propage la lumière émise par une diode électroluminescente ou une source laser et une gaine optique dont l'indice de réfraction garantit que le signal lumineux reste dans la fibre.



Figure 3: Fibre Optique

## III.2- Les Supports Non Limités

### III.2.1- Ondes hertziennes:

Les ondes hertziennes existent depuis l'origine de l'Univers, c'est le rayonnement électromagnétique le plus simple, Ces ondes se propage à une vitesse qui dépend de l'indice de réfraction. Les *faisceaux hertziens* reposent sur l'utilisation de fréquences très élevées; et ils sont produits par des antennes directionnelles qui les émettent dans une direction donnée. La transmission se fait entre des stations placées en hauteur. pour éviter les obstacles. Les faisceaux hertziens s'utilisent pour la transmission par satellite (chaînes de télévision).

### III.2.2- Ondes Radioélectriques

Les ondes radioélectriques correspondent à des fréquences comprises entre 10 kHz et 2 GHz. Un émetteur diffuse ces ondes captées par des récepteurs dispersés géographiquement. Contrairement aux faisceaux hertziens, il n'est pas nécessaire d'avoir une visibilité directe entre émetteur et récepteur, car celui-ci utilise l'ensemble des ondes réfléchies et diffractées. En revanche, la qualité de la transmission est moindre car les interférences sont nombreuses et la puissance d'émission beaucoup plus faible.

## IV- Principe et Définition d'une Liaison de Données

Une liaison de données relie deux équipements informatiques éloignés l'un de l'autre et assure l'envoi et la réception d'une suite de données binaires dans un délai donné avec un taux d'erreur dépend du support de transmission utilisé. Cette liaison de donnée est constituée d'un support de transmission (câble coaxiaux, fibre optique...) où à chaque extrémité de ce support on trouve un modem (modulateur-démodulateur), soit un codec (codeur-décodeur) qui adaptent les signaux ou les suites transmis aux caractéristiques du support (bande passante, taux d'erreur). Le support de transmission et les deux modems (codec) placés à chacune de ses extrémités constituent un ensemble appelé circuit de données, qui est présenté sur la figure suivante.

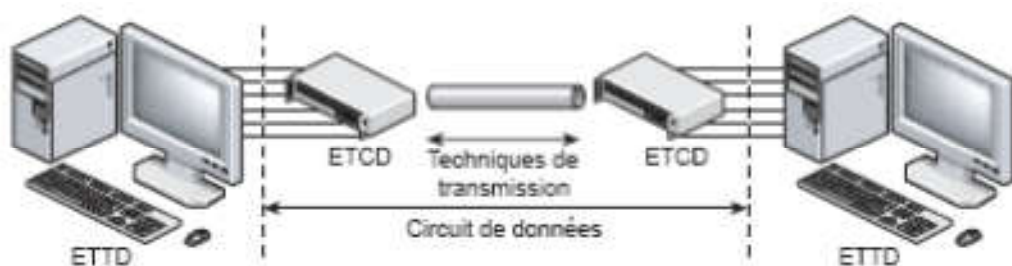


Figure 4: Eléments d'une liaison entre systèmes informatiques.

La communication entre systèmes informatiques s'effectue grâce à des liaisons de données dont les principaux éléments sont définis par des normes dans le cadre du CCITT (Comité Consultatif International des Téléphones et Télégraphes). La Figure 4 montre ces éléments.

- **ETTD** : Equipement Terminal de Traitement de données (ou **DTE** : Data Terminal Equipment). est un élément qui ne se connecte pas directement à la ligne de transmission.

Par exemple : un ordinateur, un terminal, une imprimante...

- **ETCD** : Equipement de Terminaison de Circuit de Données (ou **DCE** : Data Communication Equipment). assure la transmission des données. Par exemple : un modem, un multiplexeur... Il a deux fonctions principales qui sont:
  - L'adaptation du signal de l'**ETTD** à la ligne (codage et modulation en émission, démodulation et décodage en réception).
  - La gestion de la liaison (établissement, maintien et libération de la ligne).

## V- Transmission de Données

### V.1- Transmission en Bande de Base

Lorsque le spectre du signal à transmettre se situe dans la bande passante du canal de transmission, celui-ci peut directement acheminer le signal. On appelle cela une transmission *en « bande de base »*.

La transmission en Bande de Base, c'est la technique utilisée pour transmettre des signaux sur une ligne à continuité métallique (par opposition aux lignes téléphoniques). L'**ETCD** code le message de données synchrone en une suite de signaux compatibles avec les caractéristiques physiques du support de transmission (l'**ETCD** effectue, en fait, un simple transcodage du signal que fournit l'**ETTD**).

#### Exemples :

- Transmission sur le câble coaxial dans un réseau local.
- Transmission entre 2 équipements informatiques éloignés dans une même entreprise  
Pour une transmission optimale, il faut adapter le spectre du signal à la bande passante de la ligne.

Généralement, le signal binaire n'est pas transmis directement sur la ligne de transmission; des différents codages sont utilisés pour des raisons différentes:

- Le spectre d'un signal binaire est concentré sur les fréquences basses qui sont les plus affaiblies sur la ligne.
- Les perturbations subies par un signal sont proportionnelles à la largeur de sa bande de fréquence.

### V.2- Codage des Signaux Binaires

Il existe un certain nombre de techniques de codages des informations lors d'une transmission, dont la fonction est de traduire le signal binaire en un signal numérique circulant de façon optimale sur la voie de transmission, afin d'adapter le spectre du signal binaire au support de transmission utilisé.

#### V.2.1- Les Codes A Deux Niveaux

Pour la transmission des informations binaires dans un canal de transmission deux états sont utilisés 1 et 0 pour représenter ces informations, le plus simple était de faire correspondre ces deux états par deux niveaux de tension (+V et -V).

### V.2.1.1- Codage NRZ (Non Return to Zero)

**Principe:** Le codage NRZ représente la technique la plus simple de codage. Elle est très proche du code binaire de base, Cette méthode code le signal binaire suivant la règle suivante: Le bit **1** par  $+V$ , le bit **0** par  $-V$ .

**Exemple:**

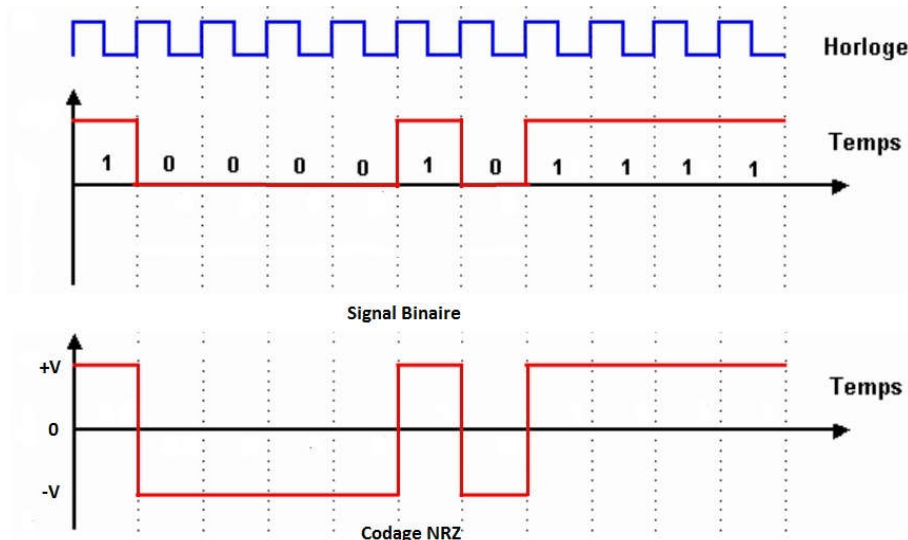


Figure 5: Codage NRZ (Non Return to Zero)

Le codage NRZ améliore légèrement le codage binaire de base puisqu'il n'y a pas de composante nulle ( $0V$ ). Ainsi le récepteur peut déterminer facilement la présence ou l'absence de signal.

### V.2.1.2- Codage NRZI (Non Return to Zero Inverted)

**Principe:** Le codage NRZI représente une autre technique simple de codage. Cette méthode code le signal binaire suivant la règle suivante: une transition pour chaque bit **1**, pas de transition pour le bit **0**.

**Exemple:**

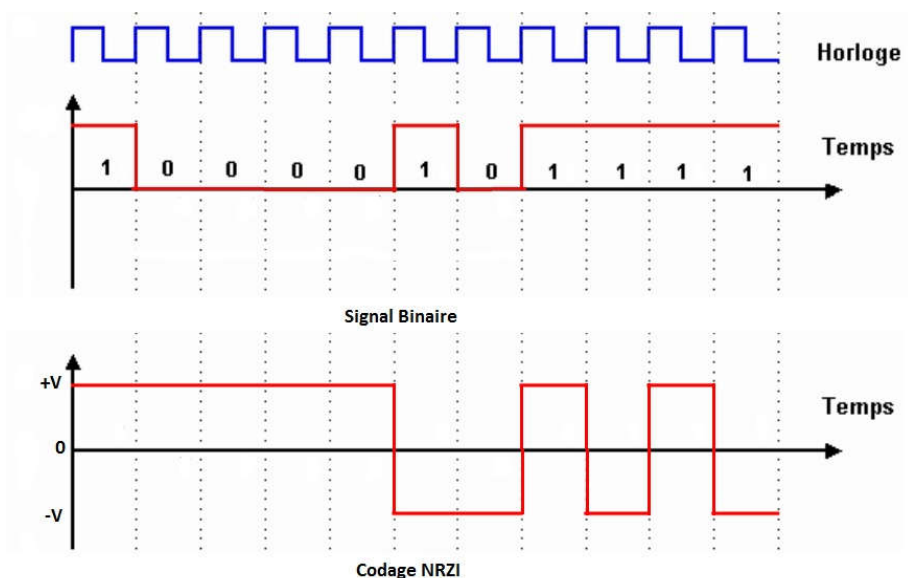


Figure 6: Codage NRZI (Non Return to Zero Inverted)

Pour une transmission d'une longues séries de 0 ceci provoquer un signal sans transition sur une longue période. Ce codage est utilisé par la norme Ethernet pour la fibre optique.

### V.2.1.3- Codage Manchester

**Principe:** Le codage Manchester est une technique de codage basé sur l'idée suivante, provoquer une transition pour chaque bit du signal binaire transmis. Cela se traduit par les règles suivantes: le bit **1** est représenté par le passage de  $+V$  à  $-V$  (**Front Descendant**), le bit **0** est représenté par le passage de  $-V$  à  $+V$  (**Front Montant**). Le passage ou la transition ce fait au milieu de la période du signal d'horloge.

**Exemple:**

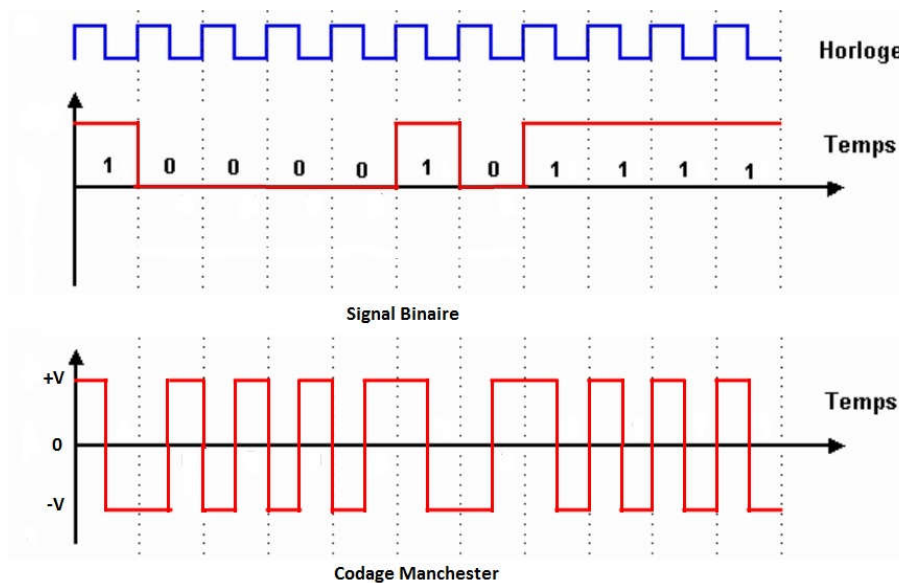


Figure 7: **Codage Manchester**

La synchronisation des échanges est assurée, même lors de l'envoi de longues séries de 1 ou de 0. Ce codage est utilisé par la norme Ethernet pour les réseaux 10 Mbits.

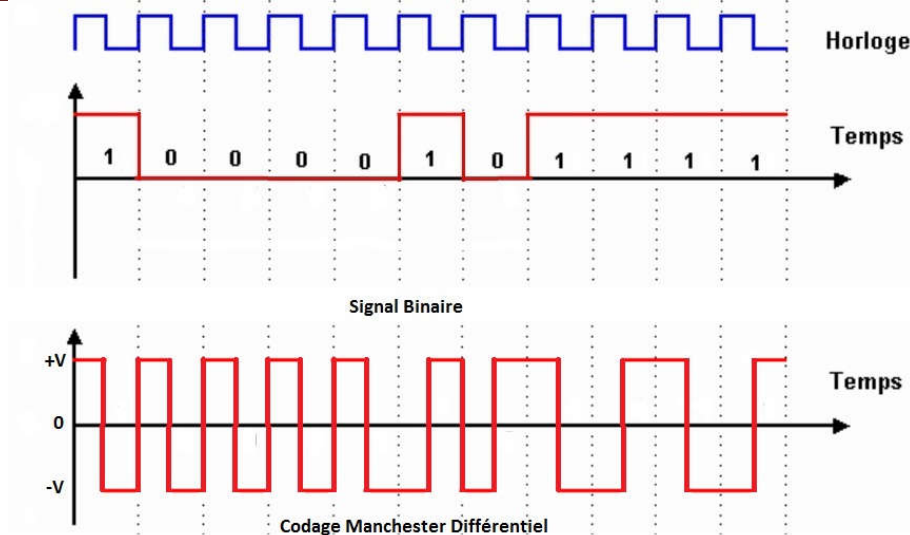
### V.2.1.4- Codage Manchester Différentiel

**Principe:** C'est la présence ou l'absence de transition au début de l'intervalle du signal d'horloge qui réalise le codage. Cela se traduit par les règles suivantes: le bit **1** est codé par une transition en milieu du cycle d'horloge, le bit **0** est codé par une transition au début du cycle d'horloge.

D'une autre manière la transition est toujours présente en milieu du cycle d'horloge et elle est présente comme suit:

- Bit de donnée à transmettre est à **0**  $\Rightarrow$  Transition identique à la transition précédente.
- Bit de donnée à transmettre est à **1**  $\Rightarrow$  Transition inverse à la transition précédente.

**Exemple:**

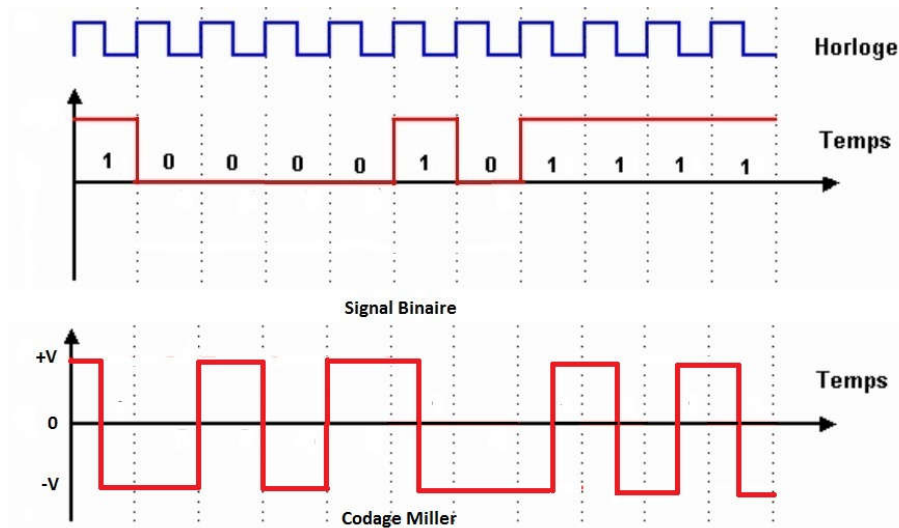
Figure 8: **Codage Manchester Différentiel**

La transition réalisée dans tous les cas en milieu du cycle d'horloge permet de garder une synchronisation entre l'émetteur et le récepteur. Ce codage est utilisé par la norme Token Ring.

### V.2.1.5- Codage Miller

**Principe:** Le codage Miller est intermédiaire identique au codage Manchester, Ce codage utilise une transition au milieu du bit transmis pour représenter le bit **1** et pas de transition pour représenter le bit 0. Si le bit 0 est suivi d'un autre bit 0 une transition est présente à la fin du bit.

**Exemple:**

Figure 9: **Codage Miller**

## V.2.2- Les Codes A Niveaux Multiples

Afin d'augmenter les possibilités de codage et de diminuer les erreurs de transmission, les codages à niveaux multiples furent imaginés. Aujourd'hui, ces mêmes codages sont universellement utilisés, notamment dans l'Ethernet.

### V.2.2.1- Le Codage Bipolaire Simple

**Principe:** Ce codage est basé sur le changement du bit binaire 1, où il est codé par  $+V$  et  $-V$  en alternance, par contre les bits binaire 0 sont représentés par des potentiels nuls, Ici encore, il peut y avoir de longues séquences sans potentiel et donc perte de synchronisation.

**Exemple:**

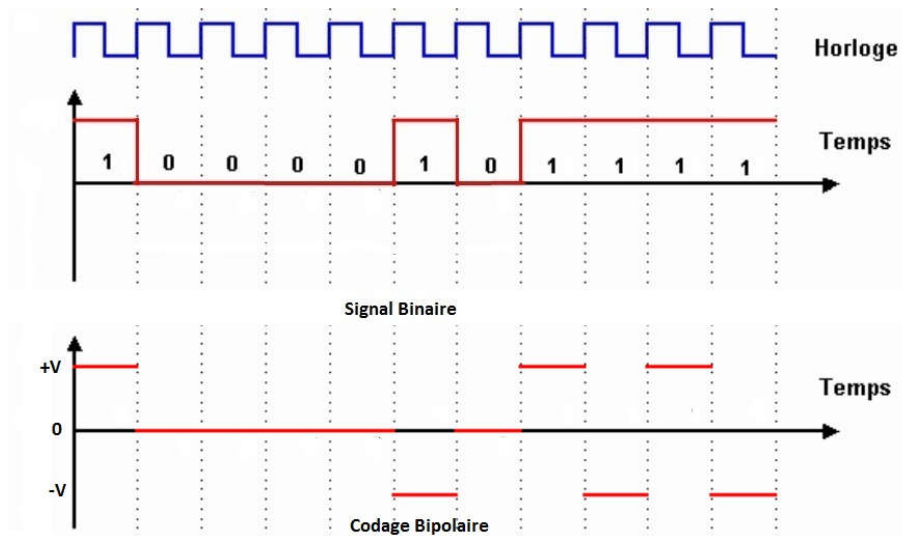


Figure 10: Codage Bipolaire Simple

Ce codage est utilisé pour les lignes DS1/T1 (lignes WAN commutées à très haute vitesse).

### V.2.2.2- Le Codage MLT3

**Principe:** Ce codage est basé sur le changement du bit binaire 1, alors les 1 font changer l'état du signal codé successivement sur trois états :  $+V$ , 0 et  $-V$ ; par contre les bit binaires 0 sont codés par la conservation de l'état du code de la valeur précédemment transmise.

**Exemple:**

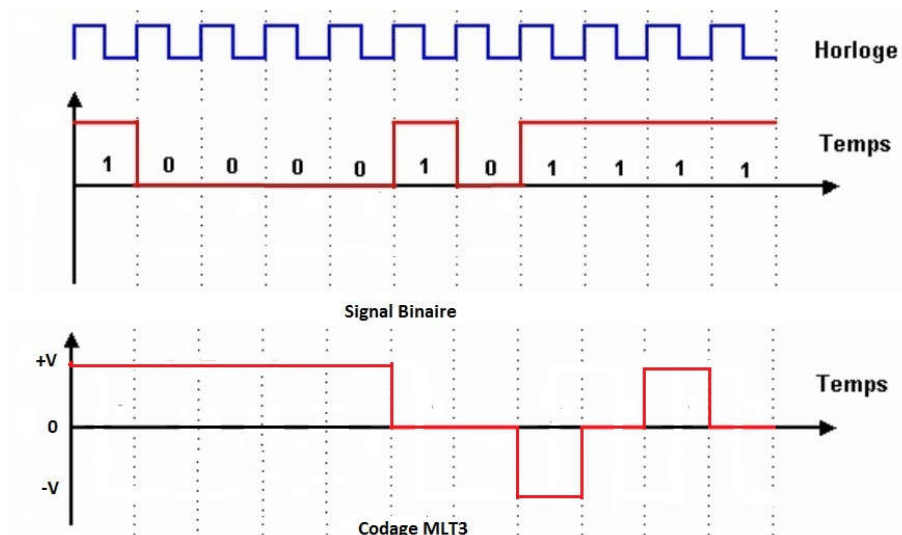


Figure 11: Codage MLT3

### V.2.3- Transmission par Modulation

Lorsque les distances entre les utilisateurs sont grandes, et quand le débit de transmission est élevé, la réception du signal numérique transmis devient impossible à cause du risque de détérioration, pour éviter ce problème, on fait appelle à la technique de modulation numérique qui



revient à utiliser un signal analogique pour véhiculer l'information numérique; cela nous conduit à utiliser modem (modulateur/démodulateur).

### V.2.3.1-Définition

La **modulation** peut être définie comme le processus par lequel le signal est transformé de sa forme originale en une forme adaptée au support de transmission, la démodulation réalisant l'opération inverse. Les principaux avantages de la modulation sont :

- Meilleure adaptation au support.
- Meilleures protection contre le bruit.
- Transmission simultanée de plusieurs signaux.

La modulation utilise comme support une onde sinusoïdale de fréquence très élevée devant la fréquence du signal à moduler :

$$s(t) = A \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi)$$

Le signal sinusoïdal est généralement centré autour d'une fréquence  $f_0$  appelée onde de référence ou porteuse.

Il existe trois types de modulations possibles :

- Modulation d'Amplitude, parfois appelée ASK (Amplitude Shift Keying).
- Modulation de Fréquence, ou FSK (Frequency Shift Keying).
- Modulation de Phase, ou encore PSK (Phase Shift Keying).

Certains modems combinent parfois plusieurs types de modulation.

**Principe :** Avec une modulation donnée, l'idée de base consiste à associer un état modulé à un état logique.

### V.2.3.2- Modulation d'Amplitude:

**Principe:** La modulation d'amplitude est employé pour la radio AM (Amplitude Modulation) et peut l'être également pour les réseaux informatiques. Dans cette technique, l'amplitude de la porteuse est modifiée de manière à représenter, à coder, les données. Par exemple, une amplitude élevée peut représenter un '1' binaire, et une amplitude basse un '0' binaire.

**Exemple**

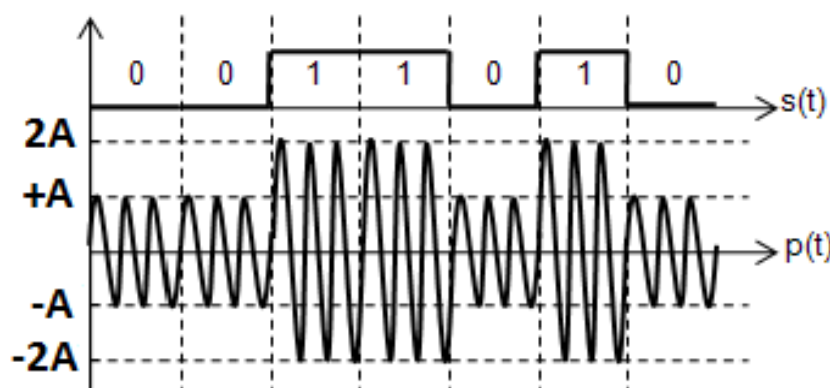


Figure 12: Modulation d'Amplitude

### V.2.3.3- Modulation de Fréquence

**Principe:** La modulation de fréquence consiste à modifier la fréquence de la porteuse pour représenter les données. Par exemple, on associe une fréquence  $f_0$  pour un 0 binaire et la fréquence  $f_1$  pour un 1 binaire.

#### Exemple

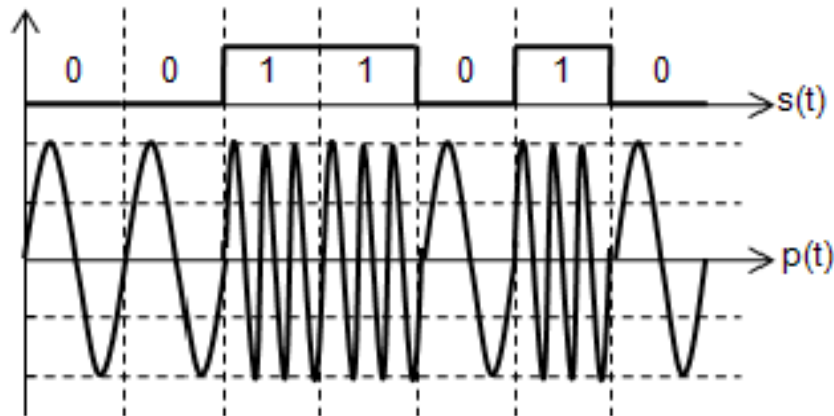


Figure 13: **Modulation de Fréquence**

### V.2.3.4- Modulation de Phase

**Principe:** La modulation d'amplitude et de fréquence utilisent toutes les deux au moins une période complète de la porteuse pour coder un 0 ou un 1 binaire. Or, si on peut coder plusieurs bits pendant une seule période, le nombre de bits transmis par seconde sera augmenté. Cette possibilité a été implanté dans les réseaux informatiques grâce à la modulation de phase, avec cette technique, c'est la phase de la porteuse qui est modifiée de manière à représenter les données.

#### Exemple

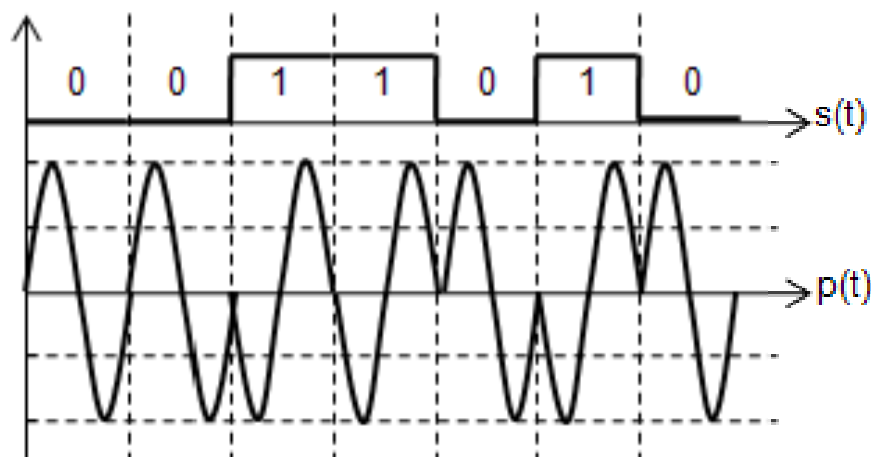


Figure 14: **Modulation de Phase**

## VI. Modes d'Exploitation :

Le transfert d'information entre deux équipements informatiques A et B peut s'effectuer en fonction des besoins et des caractéristiques des éléments, suivants 3 modes d'exploitation de la liaison.

## VI. 1- Liaison Simplex

L'équipement A est un équipement émetteur, l'équipement B est un équipement récepteur, les données sont transmises dans un seul sens. L'exploitation en mode unidirectionnel est justifié pour les systèmes dont le récepteurs n'a jamais besoin d'émettre (liaison radio ou télévision, de ordinateur vers l'imprimante ou de la souris vers l'ordinateur).

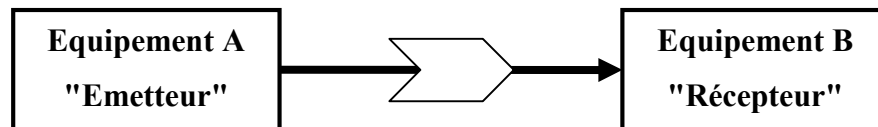


Figure 15: Liaison Simplex

## VI. 2- Liaison Semi-Duplex ( Half Duplex)

La transmission est possible dans les deux sens mais non simultanément, l'exploitation est en mode bidirectionnel à l'alternat. Ce type de liaison permet d'avoir une liaison bidirectionnelle utilisant la capacité totale de la ligne, le support physique est commun aux deux sens de transmission (cas des lignes téléphoniques).

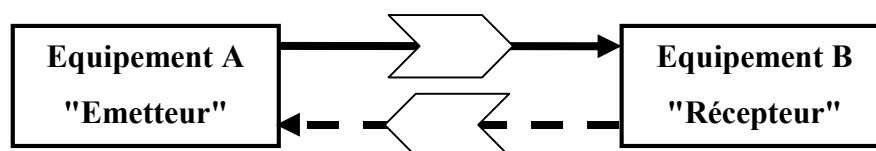


Figure 16: Liaison Semi-Duplex ( Half Duplex)

## VI. 3- Liaison Duplex Intégrale (Full Duplex)

Les données peuvent être émises ou reçues simultanément dans les deux sens entre les équipements A et B. L'exploitation est en mode bidirectionnel simultané. Ainsi chaque extrémité de la ligne de transmission peut émettre et recevoir en même temps. Lorsque le support physique est commun aux deux sens de transmission. Chaque canal est défini dans une bande de fréquence spécifique.

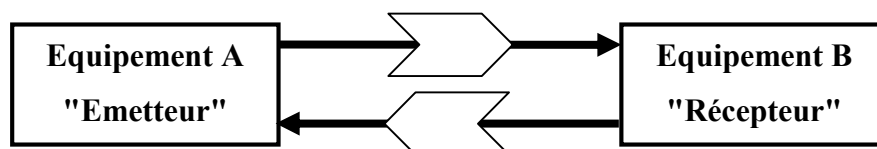


Figure 17: Liaison Duplex Intégrale (Full Duplex)

## VI. 4 Transmission Série Et Parallèle:

Le mode de transmission désigne le nombre d'unités élémentaires d'informations (bits) pouvant être simultanément transmises par le canal de transmission. Deux techniques sont mise en œuvre pour que tous les bits d'un même mot sont transmis en même temps (transmission parallèle) ou successivement (transmission série).

Si les différents bits, de la donnée à transmettre, sont transmis de façon arithmique, c'est à dire indépendamment les uns des autres, on parle de transmission asynchrone. d'autre part, si tous les bits à transmettre sont regroupés en blocs et ils sont transmis à un rythme irrégulier, on parle de transmission synchrone.

#### VI. 4.1- Transmission Série:

La transmission série est caractérisée par un transfert de tous les bits de la même donnée sur la même ligne de transmission où ils sont transmis successivement les uns à la suite des autres en commençant par le bit de poids le plus faible. Pour la transmission des données, la transmission série nécessite deux lignes l'un pour les informations l'autre est commune. La transmission série nécessite une interface de conversion pour sérialiser les bits à l'émission (conversion parallèle/série) et les dés-sérialiser à la réception (conversion série/parallèle)

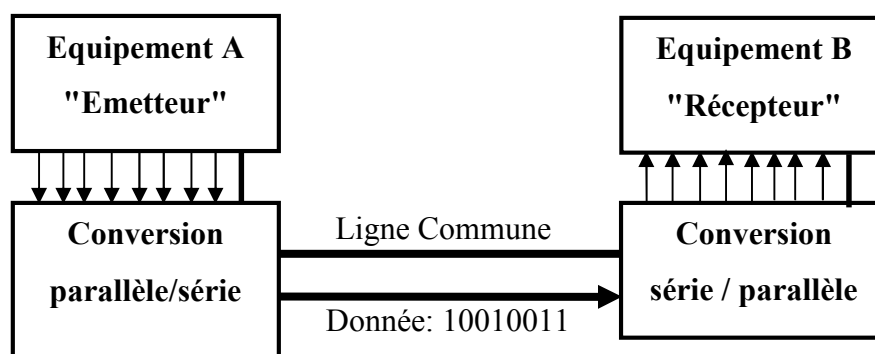
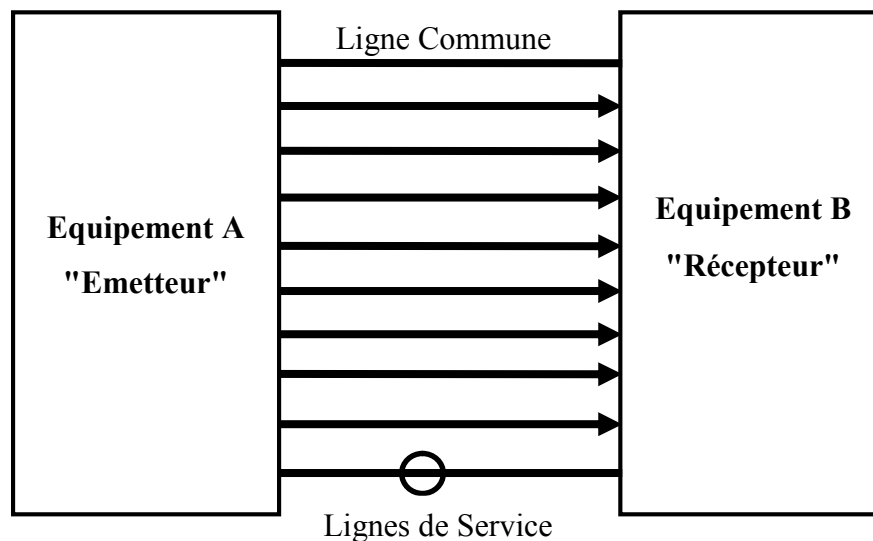


Figure 18: Transmission Série

La transmission en série a un coût moins important, elle est utilisée pour les transmissions sur des distances importantes.

#### VI. 4.2- Transmission Parallèle

La transmission parallèle est caractérisée par un transfert simultané de tous les bits de la même donnée sur N lignes de transmission distinctes pour arriver ensemble à la destination. On trouve aussi dans ce type de transmission une ligne commune qui assure la synchronisation entre les intervalles d'émission et ceux de réception et d'autres lignes qui sont utilisées par le service protocole.

Figure 19: **Transmission Parallèle**

La transmission parallèle autorise une grande vitesse de transmission (débit). Un coût élevé (nombre de conducteurs) et une distance franchissable limitée.

## VI. 5- Méthodes de Synchronisation

La transmission série qui est la plus utilisée et puisqu'il y a un seul fil qui transporte l'information, il existe un problème de synchronisation entre l'émetteur et le récepteur, c'est-à-dire que le récepteur ne peut pas a priori distinguer les caractères (ou même de manière plus générale les séquences de bits) car les bits sont envoyés successivement. Il existe donc deux types de transmissions permettant de remédier à ce problème.

### VI. 5.1- Transmission Asynchrone

Cette première méthode consiste à transmettre les bits par groupes, appelés caractères, de 5 à 8 bits, ce qui permet au récepteur de se synchroniser au début de chaque caractère. Quand aucun caractère n'est transmis, la ligne est en état d'attente. Cet état est représenté par un signal continu de valeur 1.

L'intervalle de temps qui sépare l'envoi de chaque mot est aléatoire et dépend de l'émetteur. Le début d'un caractère est signalé par une valeur binaire **0** (bit **START**) suivie de 5 à 8 bits composant le caractère. Un bit de parité suit le caractère et permet de détecter une erreur de transmission sur le principe suivant: l'émetteur positionne ce bit à 1 si le nombre total de valeurs binaires 1 présentes dans le caractère (et y compris le bit de parité lui-même) est pair. Une autre convention positionne ce bit si le même nombre total est impair. On distingue alors la parité paire et la parité impaire.

Un dernier bit, appelé bit **STOP** et de valeur binaire **1**, clôt le groupe de bits transmis. Ce bit est en réalité du même niveau de tension que le signal représentant l'état d'attente. L'émetteur transmettra donc ce signal jusqu'au prochain caractère à émettre.

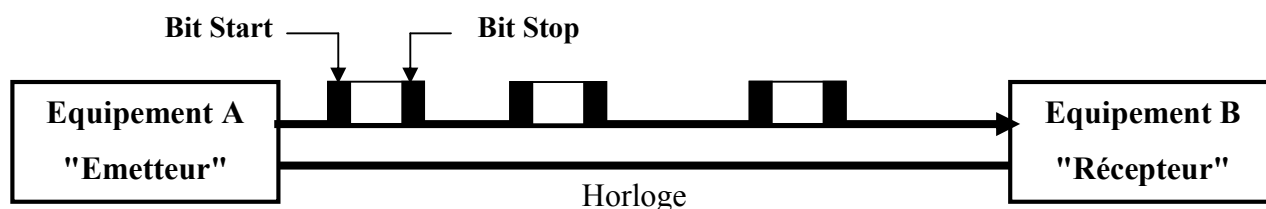


Figure 20: Principe de Transmission Asynchrone

### VI. 5.2- Transmission Synchrone

Dans ce type de transmission, l'émetteur et le récepteur sont liés à la même horloge. La transmission synchrone permet de transmettre un bloc de bits d'information, appelé trame, sous la forme d'un flot continu de bits, sans bit de synchronisation **START** et **STOP**. Les données sont rythmées par une horloge qui assure un temps constant entre chaque bit envoyé, et aussi entre chaque mot. La synchronisation d'horloges est obtenue soit en générant un signal sur une ligne séparée, soit en utilisant les signaux de données comme référence d'horloge. La dernière méthode est la plus utilisée car elle permet d'utiliser moins de fils.

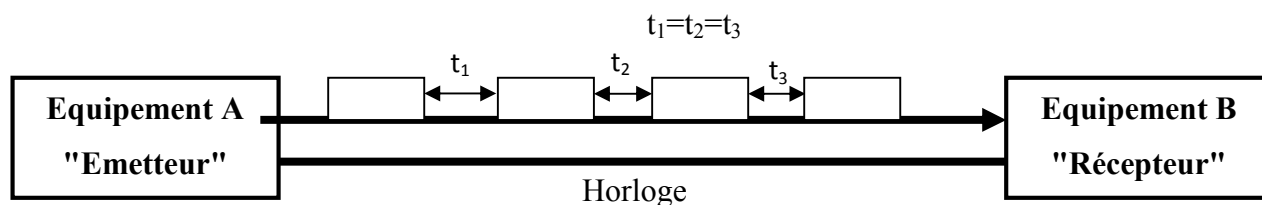


Figure 21: Principe de Transmission Synchrone

## VII- Caractéristiques Globales Des Supports De Transmission

L'infrastructure d'un réseau, la qualité de service offerte, les solutions logicielles à mettre en œuvre, dépendent largement des supports de transmission utilisés. Les supports de transmission exploitent les propriétés de conductibilités des métaux (paires torsadées, câble coaxial) ou celles des ondes électromagnétiques (faisceau hertzien, fibre optique). Dans cette partie, nous allons passer en revue quelques caractéristiques essentielles des supports de transmission sachant que les possibilités de transmission (débit, taux d'erreurs, distance franchissable,.....) dépendent essentiellement des caractéristiques et de l'environnement.

**VII .1- Bande Passante:** Un support physique ne laisse passer que certaines fréquences. L'intervalle de fréquences  $[f_{min} , f_{max}]$  qu'il accepte est sa bande passante. C'est la plage de fréquences utilisables pour que les signaux soient transmis entre l'émetteur et le récepteur sans erreur. La largeur de la bande passante  $W$  est :

$$W = f_{max} - f_{min}$$

**VII .2- Loi de Nyquist :** Si une ligne de transmission possède une largeur de bande passante  $W$ , alors sa vitesse de modulation maximale est :

$$R_{m\max} = 2W$$

**VII .3- Capacité d'un Support de Transmission:** d'après le théorème de Shannon si une ligne de transmission possède une largeur de bande passante  $W$ , alors sa capacité ou son **Débit binaire maximal** est donné par la formule:

$$D_{max} = C_{max} = W \log_2(1 + S/B)$$

Le rapport  $S/B$  (Signal / Bruit) correspond à la qualité de l'environnement dans lequel est placée la ligne électrique. Il représente la quantité du signal que l'on observe par rapport à celle du bruit (les perturbations électromagnétique de l'environnement).

**VII .4- Délai de Propagation:** le délai de propagation définit le temps matériellement nécessaire au signal pour traverser le support.

**VII .5- Valence:** Le nombre de valeurs possibles du signal s'appelle la *valence* ; elle est notée  $V$ . La valence est donnée par la formule suivante:

$$V = \sqrt{1 + \frac{S}{B}}$$

#### VII .6- Affaiblissement

L'Affaiblissement  $A$  correspond à une baisse de l'énergie du signal calculée en dB est donné par la formule :

$$A = 10 \log_{10} \left( \frac{P_e}{P_s} \right)$$

$P_s$  la puissance de sortie, et  $P_e$  la puissance d'entrée

**VII 7- Rapidité de modulation :** On appelle rapidité de modulation (baud rate) le *nombre d'intervalle significatif* du signal par unité de temps. Si  $\Delta$  est la durée de l'intervalle significatif (exprimé en seconde) la rapidité de modulation noté généralement  $R$  est donnée par la formule:

$$R = \frac{1}{\Delta} \text{ (Baud)}$$

**VII 8- Débit binaire:** le débit binaire est le nombre d'éléments binaires (bits) émis par seconde sur le support de transmission. L'unité de débit binaire est le bit par seconde (bit/s ou bps). Si '  $T$  ' est le temps d'un bit on aura donc:

$$D = \frac{1}{T} \text{ (bit/s)}$$

Le tableau 1 donne les différentes unités de débits

Notation	Signification
1 bit	0 ou 1
1 kbps (k signifie kilo) ou 1 kb/s	$10^3$ bits par seconde
1 mbps (M signifie méga) ou 1 mb/s	$10^6$ bits par seconde
1 gbps (G signifie giga) ou 1 gb/s	$10^9$ bits par seconde

Tableau 1: Les unités de débit

Il est en effet possible de transmettre  $n$  bits pendant une durée significative  $\Delta$ , pour ce faire il faut que le signal de données ait  $V=2^n$  valeurs différentes ( $n=\log_2 V$ ). Où  $V$  est la valence du signal.

**VII 9- Taux d'erreurs:** Le taux d'erreurs est le rapport entre le nombre de bits erronés, sur le nombre total de bits transmis, et on écrit:

$$T_e = \frac{\text{Nombre de bits erronés}}{\text{Nombre de bits transmis}}$$

### VIII- Conclusion:

Nos avons dans le présent chapitre, examiné les différents types de supports et de canaux qui peut être utilisés pour la transmission des données. Nous avons également examiné les caractéristiques de ces supports et nous avons ensuite présentés quelques méthodes de codages des signaux qui présentent ces données. Par la suite nous avons présentés aussi les différentes techniques de liaisons qui peuvent être utilisées entre l'émetteur et le récepteur. Les différentes notions abordées dans ce chapitre ont pour objectif de mieux comprendre l'utilité de certains organes et fonctions utilisés sur les réseaux.