

Chapitre II : Transmission de données (Couche physique)

Cours réseau
L3 ACAD
Pr. Abdelli Abdelkrim

PLAN

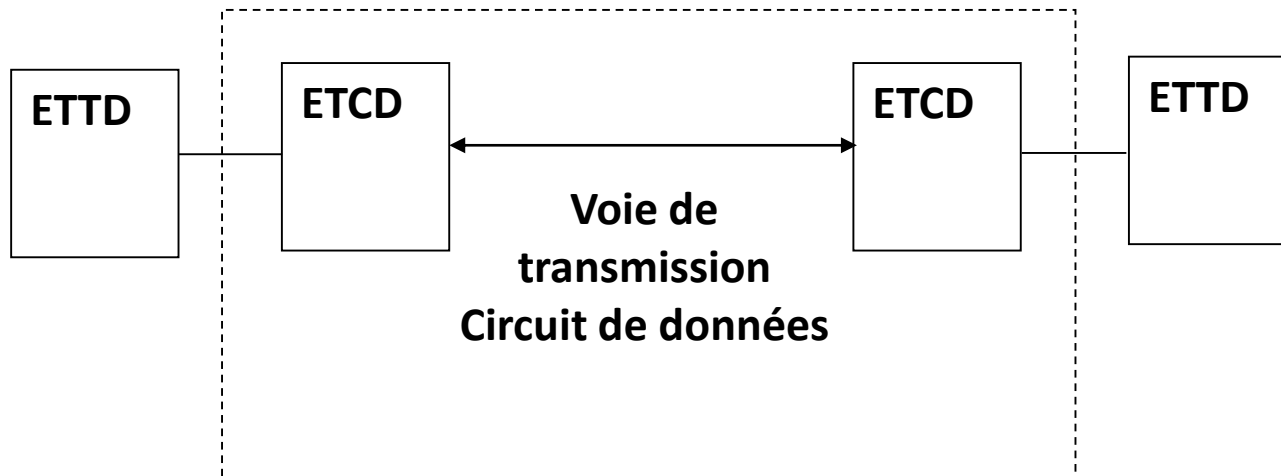
1. Transmissions de données et caractéristiques
2. Types de transmission de données
3. Les supports physiques
4. Les modes de Transmission de données
5. Multiplexage des données
6. ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)
7. Le Multiplexage MIC

II.1. Transmissions de données et caractéristiques

Pour transférer l'informations, il faut l'*encoder* en *signaux*. La transmission physique de l'information est prise en charge par la couche physique, sur *un canal de transmission* physique.

II.1.1 Qu'est ce qu'un canal de transmission ?

- Un canal de transmission est une liaison entre deux machines. Il n'est pas forcément constitué d'un seul support physique.
- On appelle *circuit de données* l'ensemble constitué des ETCD du canal de transmissions séparant deux ETTD.
- Les données circulent sur un canal de transmission sous-forme d'ondes électromagnétiques, électriques ou même acoustique



II.1.2 Représentation des données

La transmission de données sur un support physique se fait par propagation d'un phénomène vibratoire (lumière, onde radio, électricité), que l'on fait varier :

- Lorsque l'information est représentée par la variation d'une seule grandeur physique (tension électrique, intensité lumineuse, etc), on parle alors de *transmission numérique*.
- Lorsque l'information est représentée par la variation des paramètres intrinsèques de l'onde, on parle alors de *transmission analogique*. Une onde électromagnétique est caractérisée par une *fréquence*, une *amplitude* et une *phase*. Le signal est obtenu par la fonction :

$$y = A \mathbf{SIN} (2\pi f t + \varphi)$$

où A est l'amplitude, $f = 1/p$ la fréquence (en Hertz) et p la période (en secondes), φ la phase (en radian).

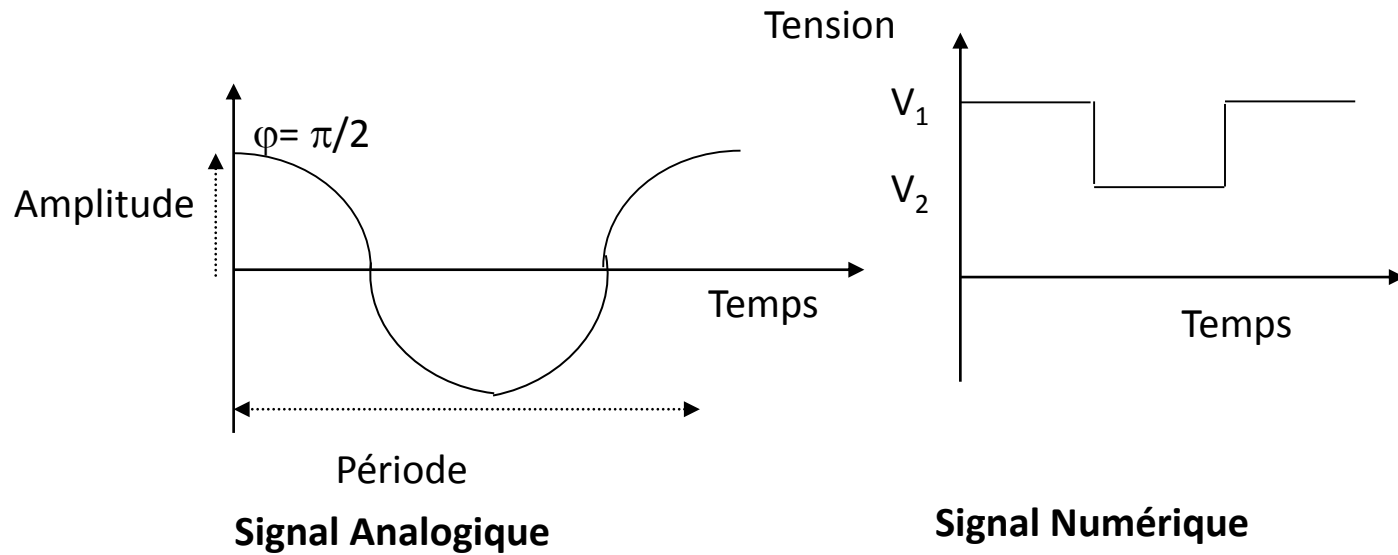
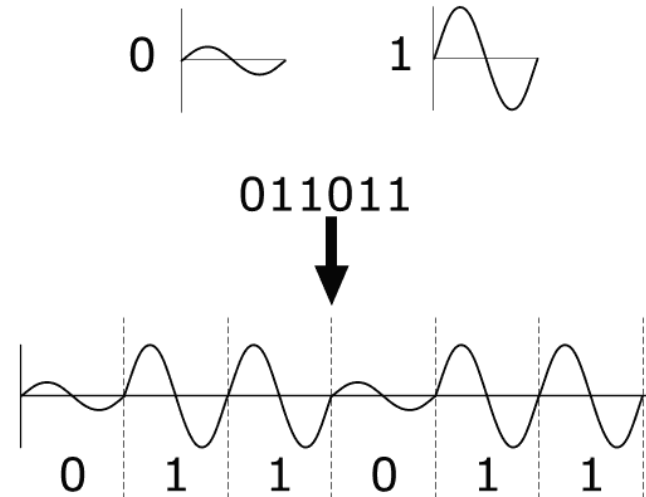
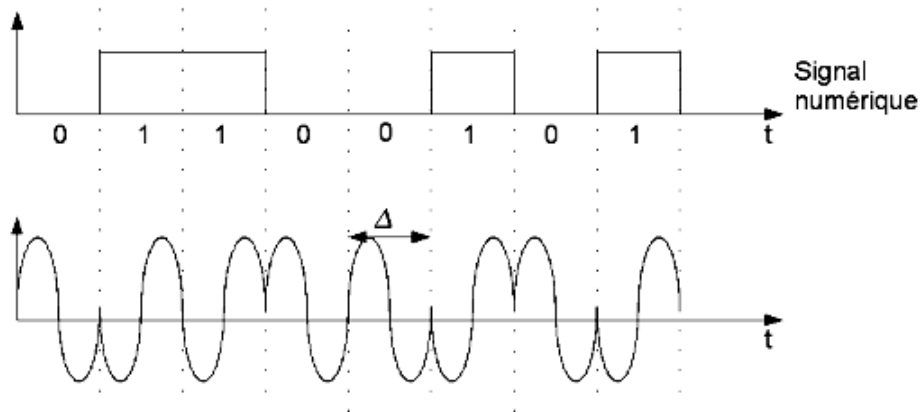
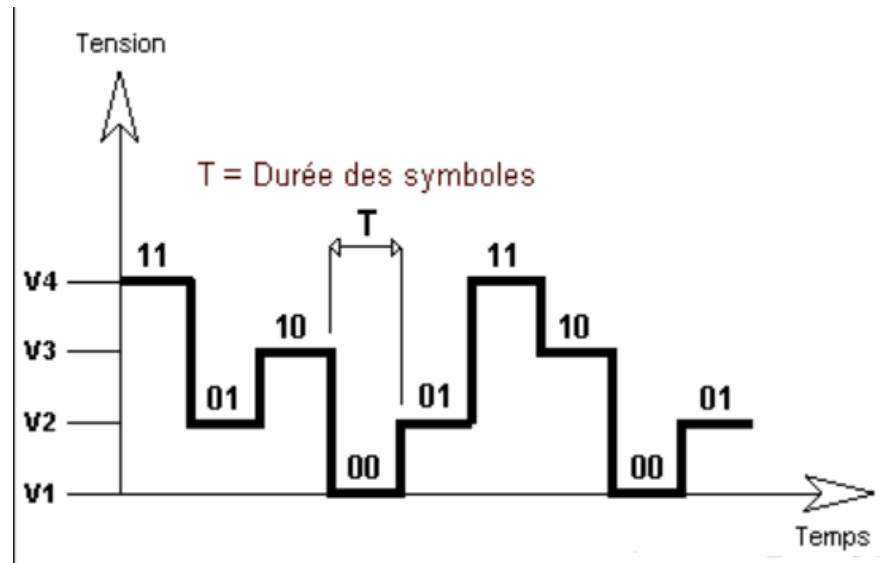
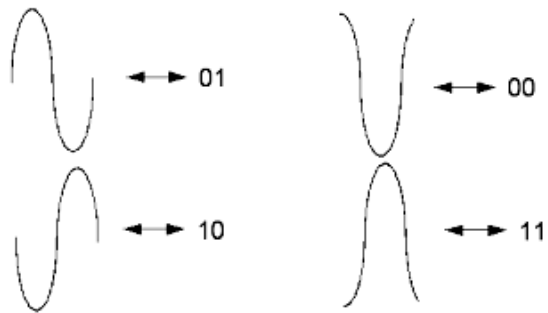
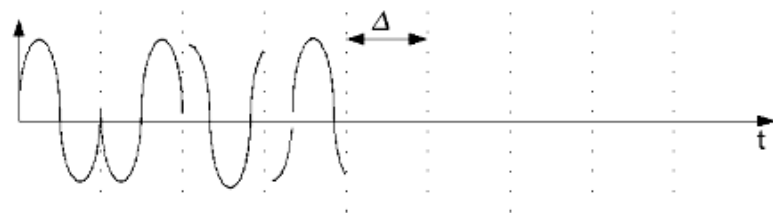
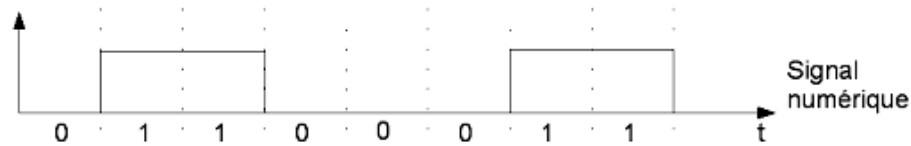
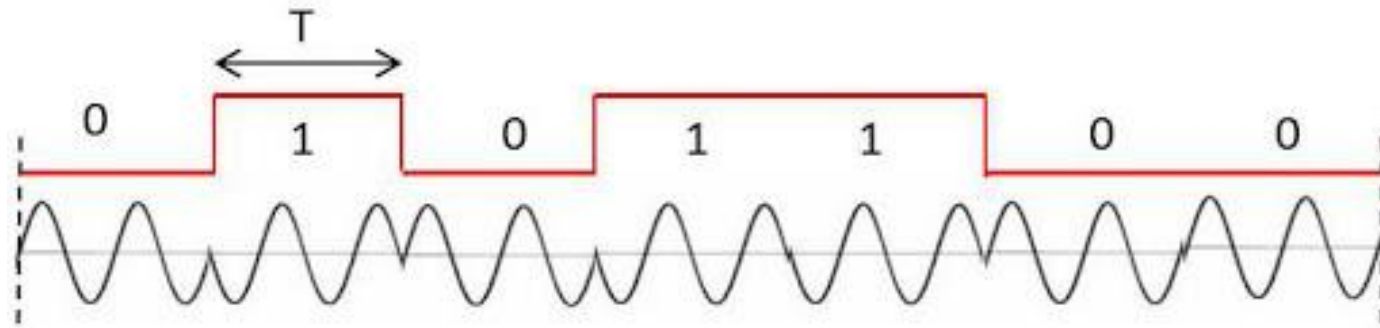


Figure 2.1 : Type de Transmission.



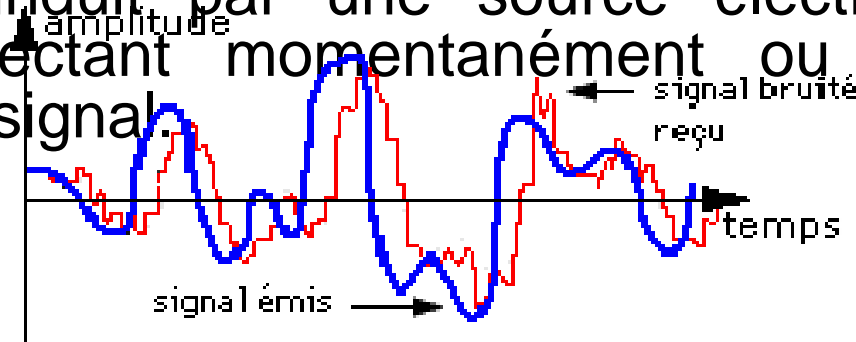


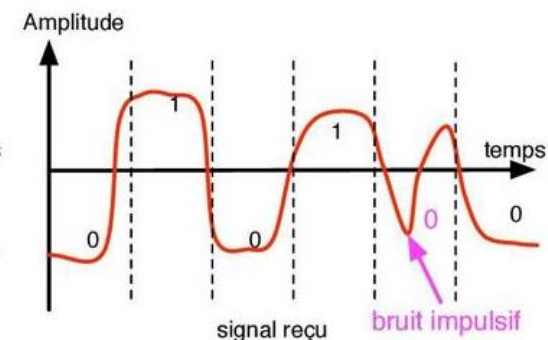
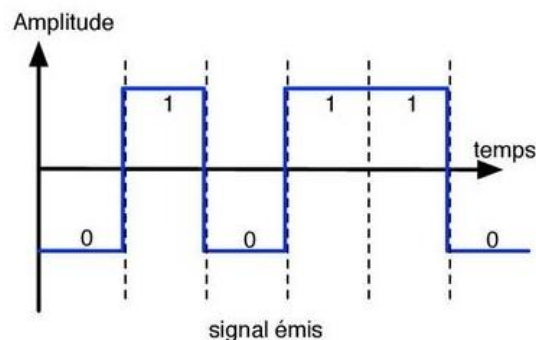
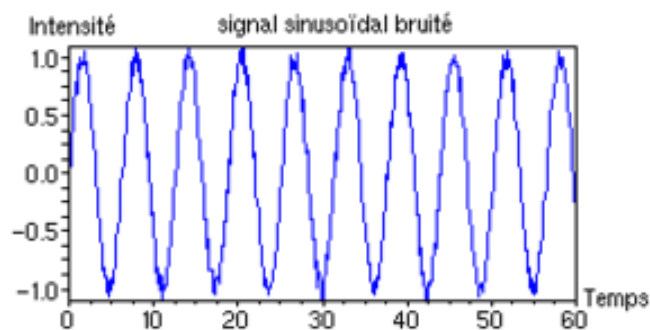
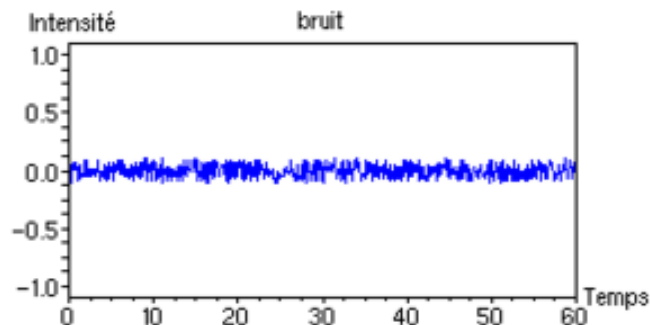
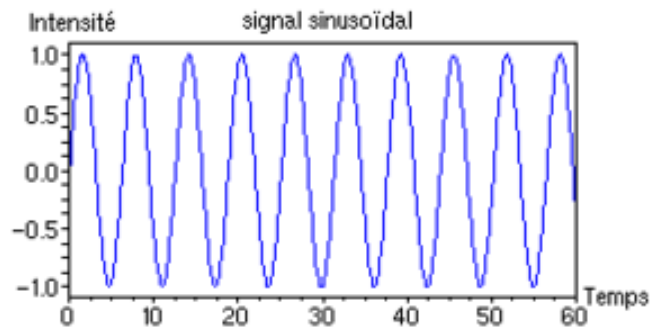
II. 1.3 Perturbations

- **Bruit:** Est l'ensemble des perturbations modifiant localement la forme du signal. On distingue généralement deux types de bruit :

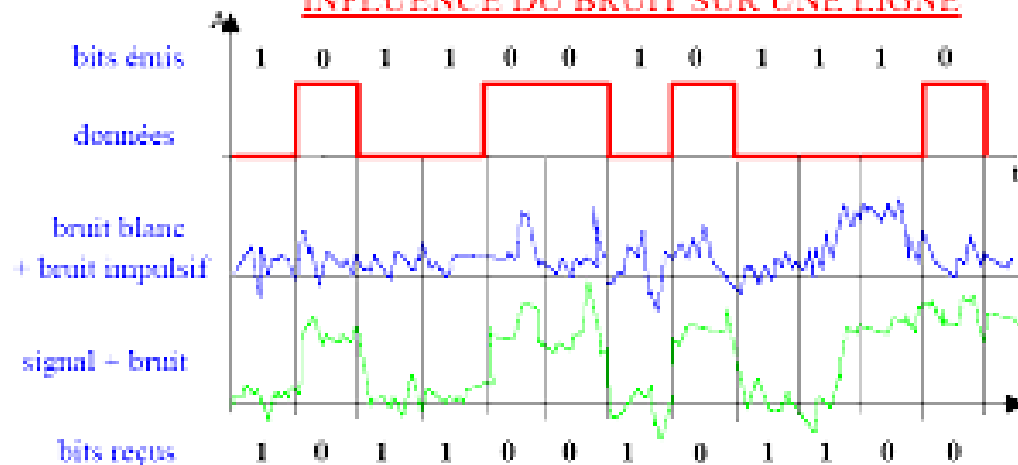
➤ **Le bruit blanc** Est une perturbation uniforme du signal, c'est à dire qu'il rajoute au signal une petite amplitude dont la moyenne sur le signal global est nulle. Il est induit généralement par les connecteurs les amplificateurs et les équipements intermédiaires interfaçant les câbles.

➤ **Les bruits aléatoires** Sont des petits pics d'intensité provoquant des erreurs de transmissions. Ce type de bruits est induit par une source électromagnétique externe affectant momentanément ou de manière aléatoire le signal.





INFLUENCE DU BRUIT SUR UNE LIGNE



Bruit blanc

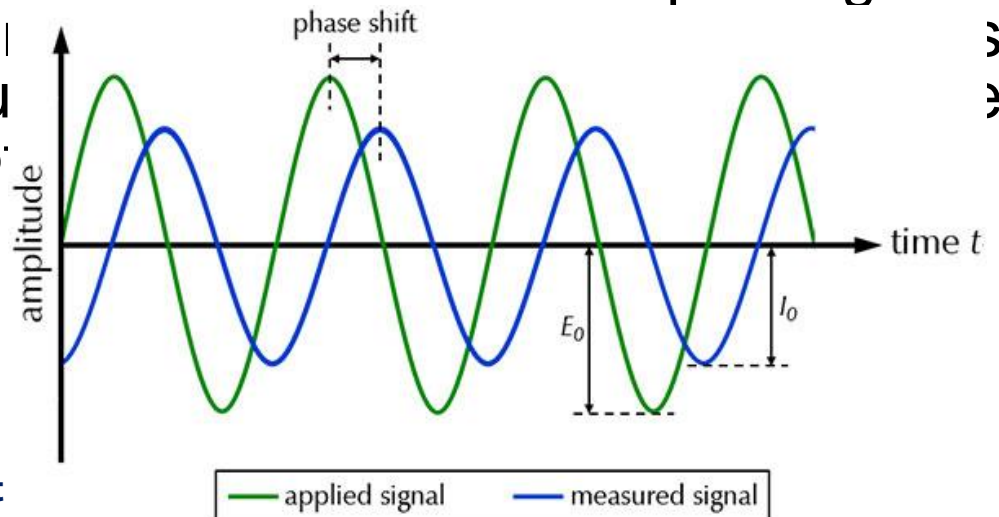
II.1. Transmissions de données et caractéristiques

- **L'affaiblissement:** Représente la perte de signal en énergie dissipée sur la ligne. L'affaiblissement se traduit par un signal de sortie plus faible que le signal d'entrée.

$$A = 10 \log_{10} (RA) \quad \text{où} \quad RA = \frac{\text{SignTrans}}{\text{SignRecu}}$$

Notons que l'affaiblissement est proportionnel à la longueur de la voie de transmission et à la fréquence du signal. Le signal s'affaiblit en fonction de la distance parcourue. Certaines fréquences tendent à s'affaiblir plus rapidement que d'autres.

- **La distorsion de phase :** Caractérise le déphasage du signal analogique et les erreurs sont dues à l'émetteur et le récepteur.



II.1.4 Caractéristiques d'une transmission

Une transmission est caractérisée par : Un taux d'erreurs induits, Une vitesse de transmission. Un temps de transfert de l'information.

- **Taux d'erreurs** Probabilité de perte d'une information (1 bit). On peut la mesurer en calculant pendant un temps significatif le rapport:

TauxER= Nombre de bits erronés / le nombre de bits émis.

- **Vitesse de transmission:**
 - **Un état** est la plus petite portion du signal échangée entre deux ETCD.
 - La durée d'un état est notée **t** ou **Δ**. Cette durée est fixe.
 - **n** : Le nombre de bits représenté par un état.

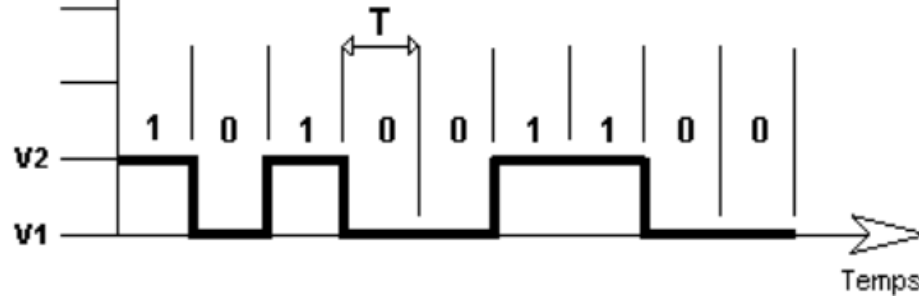
II.1. Transmissions de données et

caractéristiques

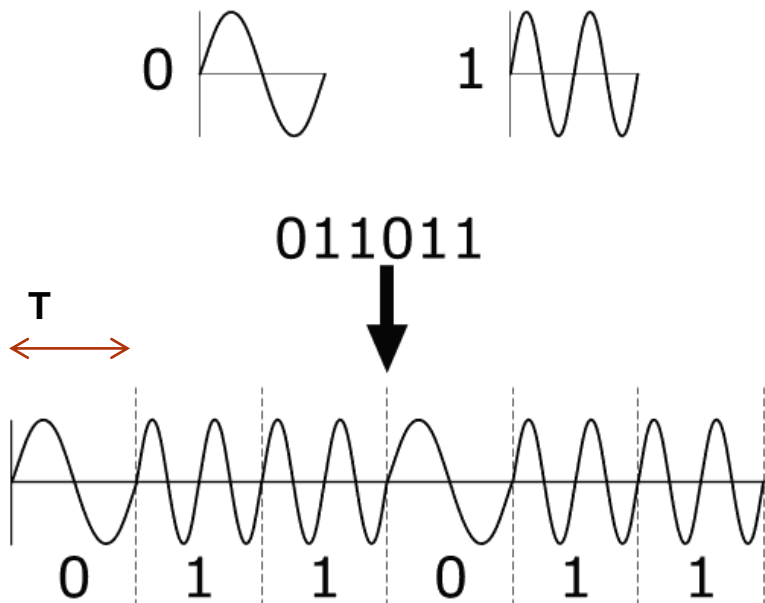
○ **V**: La valence du signal désignant le nombre de tous les états différents pouvant être générés dans le signal

Tension

T = temps d'affichage d'un symbole
 Rapidité de modulation : $R = 1/T$ (Baud)
 2 états/Symbole \rightarrow Valence : 2
 1 bit/Symbole (0 ou 1)
 Débit binaire : $1 \times (1/T)$ (bit/s)

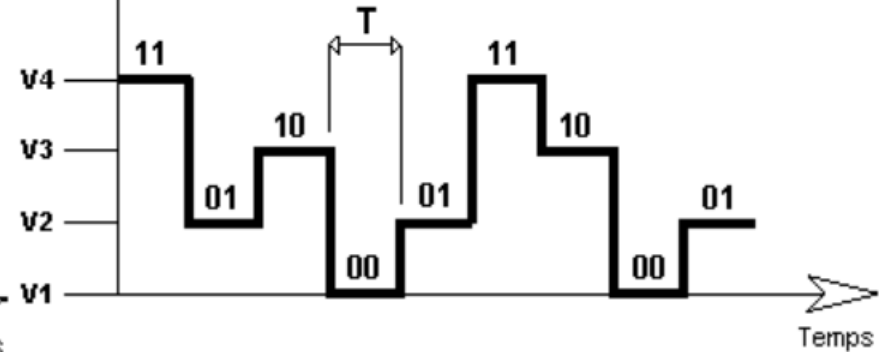


$V=2$
 $N=1$

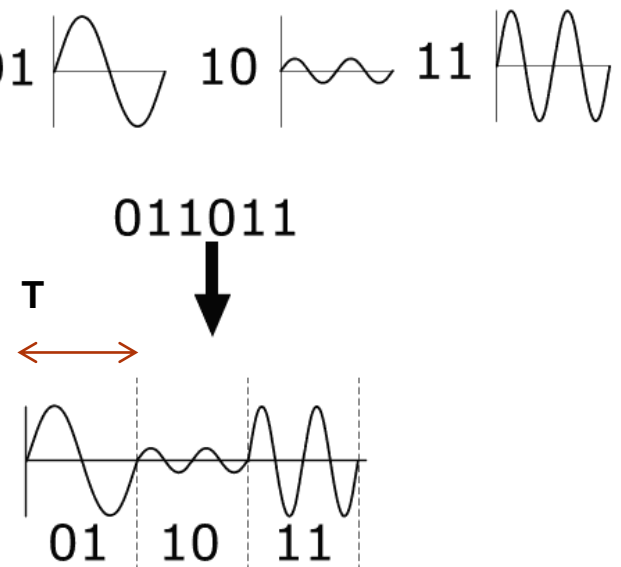


Tension

T = Temps d'affichage des symboles.
 Rapidité de modulation : $R = 1/T$ (Baud).
 4 états par symbole \rightarrow Valence : $V=4$
 2 bit/Symbole : (00 ou 01 ou 11 ou 10)
 Débit binaire : $2 \times (1/T)$ bit/s



$V=4$
 $N=2$



II.1. Transmissions de données et caractéristiques

II.1.4 Caractéristiques d'une transmission

- **La rapidité de modulation R** est le nombre d'états transmis en une seconde :

$$R = 1 / t \quad (\text{en bauds}).$$

- **Le débit binaire D d'une voie de transmission** est le nombre maximum de symboles binaires transmis par seconde sur cette voie.
 P

$$n = \log_2 V.$$

La relation entre D et R peut s'exprimer de la façon suivante:
 $D = n R$ bits/s. Dans le cas où l'on transporte 1bit par état, nous obtenons : $R = D$.

- **Temps de transfert** est la durée de temps qui sépare le début d'émission de la fin de réception :

$$T_{\text{transfert}} = T_{\text{émission}} + T_{\text{propagation}}$$

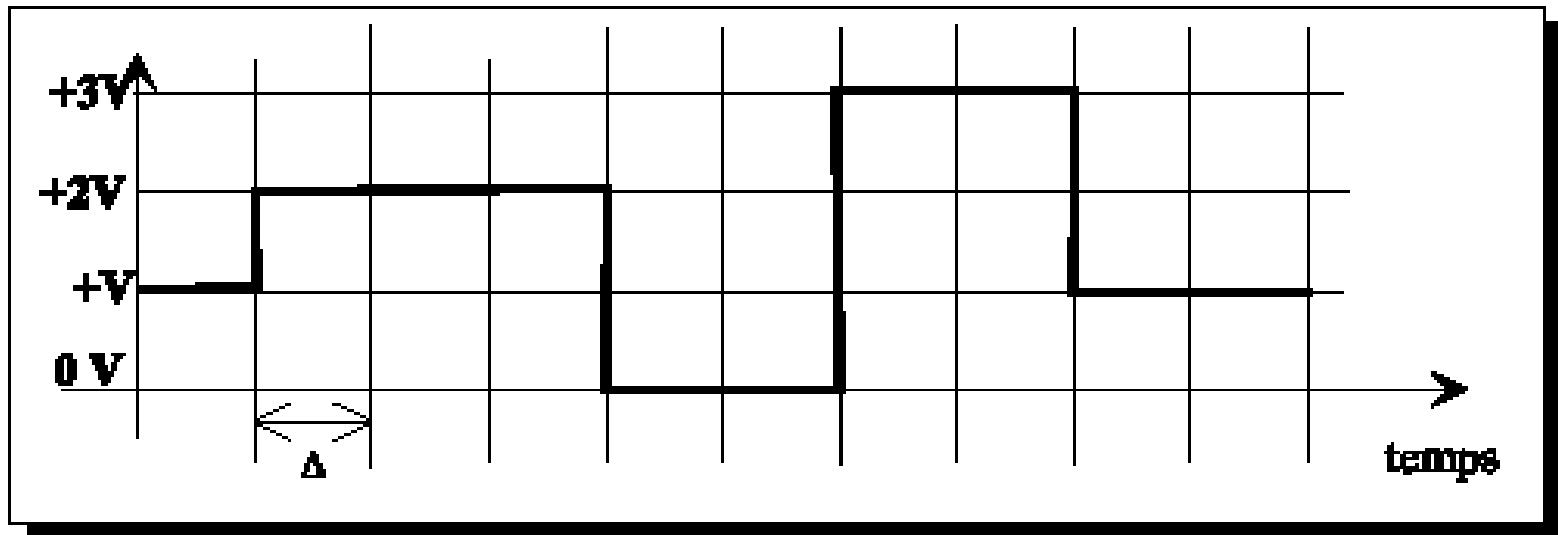
➤ Le *temps d'émission* dépend du débit et désigne le temps nécessaire pour que tout le message soit injecté sur le support par l'ETCD :

$$T_{\text{émission}} = \text{Taille du message envoyé} / \text{Débit}$$

binaires.

➤ Le *temps de propagation* dépend de la distance couverte et du support et désigne le temps nécessaire pour que le signal se propage de l'émetteur vers le récepteur.

- **Exemple** : On considère le signal numérique dont on relève l'échantillon représentatif suivant : $V=4$, $n = \log_2(V)=2$ et $D = R \times n = 2000$ bits/secondes.



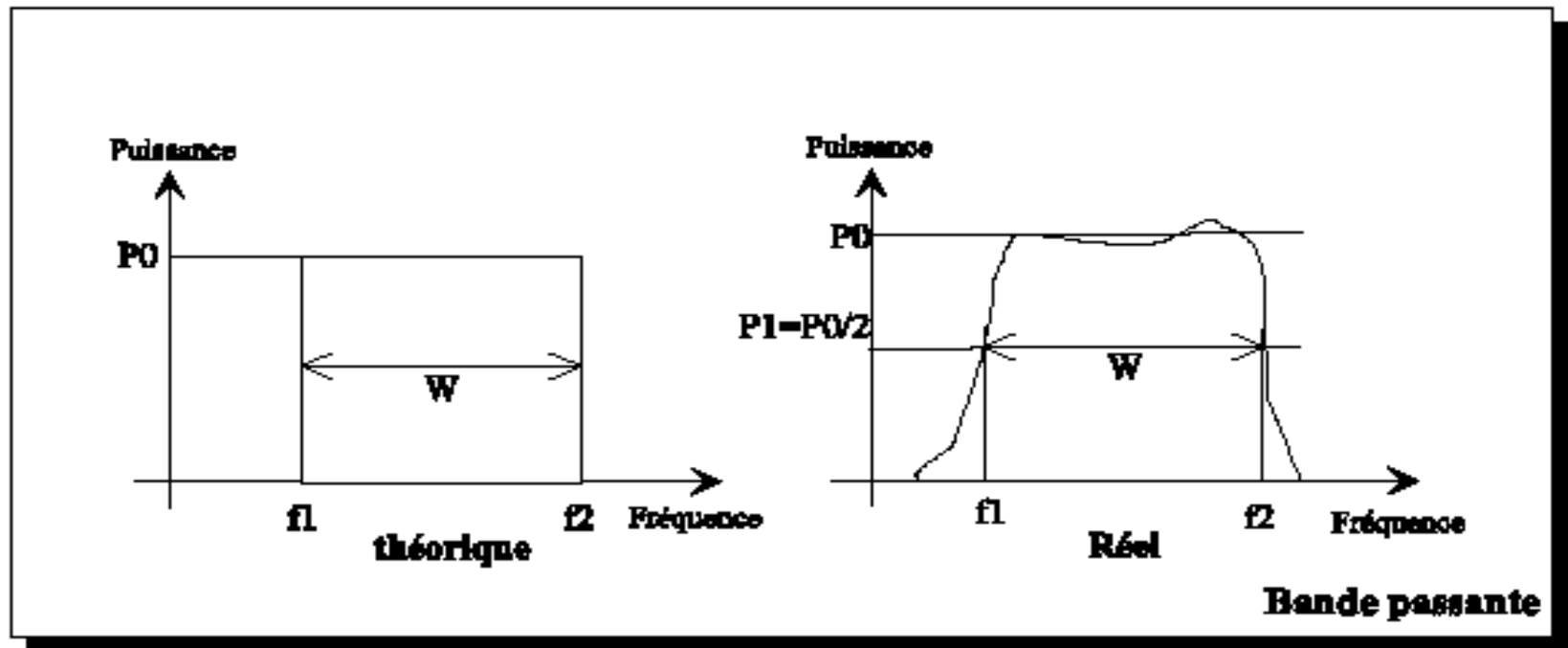
$$\Delta = 1 \text{ ms}$$

$$R = \frac{1}{\Delta} = \frac{1}{10^{-3}} = 1000 \text{ bauds}$$

II. 1.5 Caractéristiques d'un canal de transmission

- **La bande passante** : D'une voie de transmission (*bandwidth*), notée W , est l'intervalle de fréquences sur lequel le signal ne subit pas un affaiblissement supérieur à 50%. Concrètement, un circuit de données est assimilable à un filtre de type *Passe Bande*. Autrement dit, seule une certaine bande de fréquence est correctement transmise. : $W = f_2 - f_1$.
- Les fréquences f_1 et f_2 , limitant la bande passante, correspondent à un signal transmis avec une puissance réduite de celle d'origine d'un rapport de moitié $P_1 = P_0/2$, avec P_0 représentant la *puissance* du signal avant la transmission. Cet affaiblissement est dit à 3 dB (décibel) : $10 \log_{10} (P_0 / P_1) = 10 \log_{10} (2) =$

La bande passante d'un circuit de données, détermine sa *capacité de transmission*. C'est une caractéristique physique du support de transmission et dépend généralement de la fabrication, de l'épaisseur et de la longueur de ce support.



- **La capacité C** d'une voie de transmission (*formule de Shannon*) est la quantité d'informations en (bits) pouvant être transmise sur la voie en une seconde.

$$C = W \log_2 (1 + S / B) \text{ en bps.}$$

Où : W est la largeur de bande en Hz et S / B représente le rapport *signal sur le bruit* de la voie qui correspond au rapport de la puissance du signal sur la puissance du bruit. Plus ce rapport est grand, plus la capacité de la voie est augmentée.

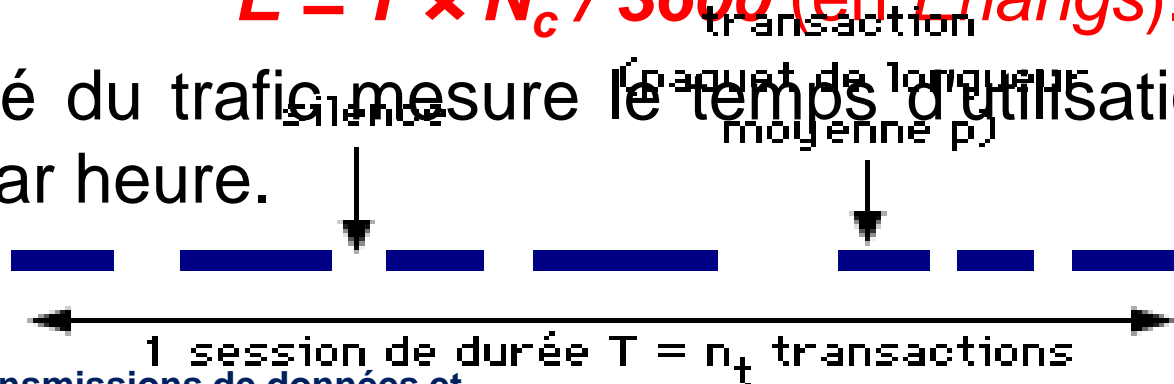
- **Exemple** : ligne téléphonique $W=3100 \text{ Hz}$, rapport *Signal/Bruit* de 30 dB, la capacité de transmission est d'environ 10.600 bits/s. En pratique, les débits binaires sur de telles voies n'excédaient guère 9600 bits/s.
- **Rapidité maximale** : Il a été constaté aussi que la rapidité maximale qu'atteint un ETCD est contrainte par la bande passante du support physique auquel il est connecté. $V_{max} = \sqrt{1 + \frac{S}{B}}$ $C_{max} \approx 2 W$.
- **Valence maximale** :

II. 1.6 Trafic :

Le *trafic* permet de mesurer le degré d'utilisation d'une voie et par conséquent de choisir une voie adaptée à l'utilisation que l'on veut en faire. Pour évaluer le trafic, on considère qu'une transmission ou communication est une session de durée moyenne T (en secondes) ; soit N_c le nombre moyen de sessions par heure. *L'intensité du trafic* est alors donnée par l'expression :

$$E = T \times N_c / 3600 \text{ (en Erlangs).}$$

l'intensité du trafic mesure le temps d'utilisation de la voie par heure.



- **Taux d'occupation du canal** : une session comporte un certain nombre de "silences" (applications conversationnelles). Pour mieux mesurer l'occupation réelle du canal, on décompose la session en transactions de longueur moyenne p en bits, entrecoupées par des silences. Soit N_t le nombre $\frac{N_t P}{T}$ de transactions par session. D étant le débit nom de la voie, le débit effectif de la voie est : $d =$

Le taux d'occupation du canal est défini par le rapport :

$$e =$$

- **Exemple** : Soit un calcul scientifique à distance où l'utilisateur est amené à dialoguer avec un ordinateur central. On suppose $p = 900$ bits, $N_t = 200$, $T = 2700$ s, $N_c = 0.8$, $D = 1200$ b/s. On déduit, $E = 0.6$ Erlangs ; donc la voie est utilisée théoriquement à 60%. En détaillant nous obtenons $d = 200/3$ et par conséquent $e = 200/3600 = 0.05$. La voie est utilisée

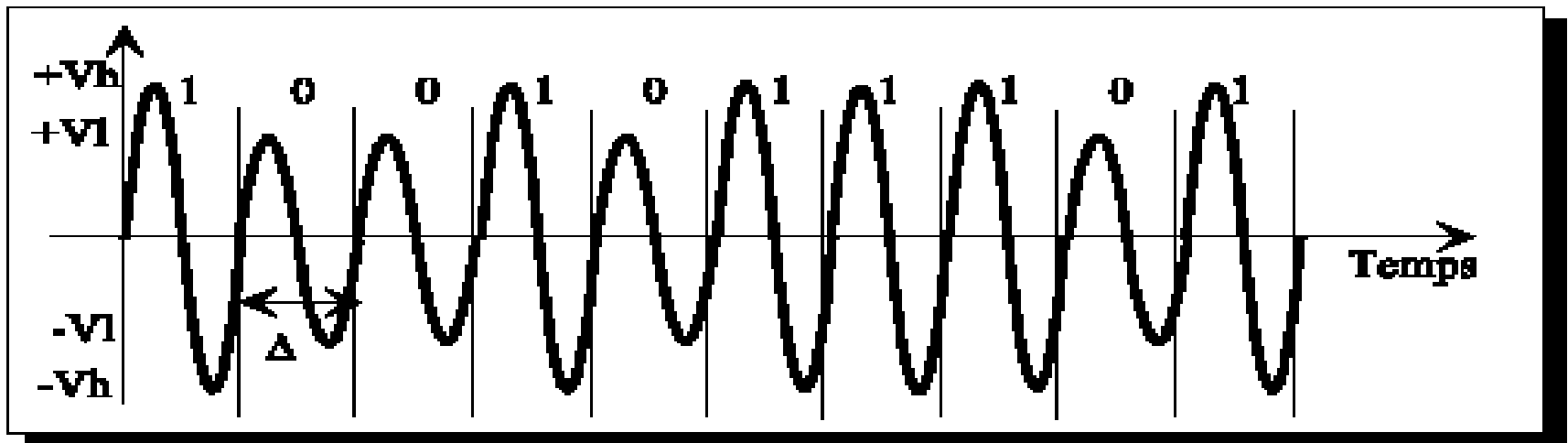
II.2 Types de transmission de données

II. 2.1 Transmission analogique (modulation de base)

- La transmission analogique consiste à faire circuler des informations sur un support physique sous forme d'une *onde* par modification de l'une de ces caractéristiques (amplitude, fréquence ou phase).
- On utilise des signaux avec des fréquences choisies, ce qui permet de limiter les pertes et donc de transmettre sur des distances plus longues.
- Pour transmettre ces données numériques de façon analogique, on utilise un ETCD spécifique appelé, *Modem* ; son rôle est :
 - **A l'émission** : de convertir un signal numériques en signaux analogiques. On appelle ce procédé « *la modulation* ».
 - **A la réception** : de convertir le signal analogique en

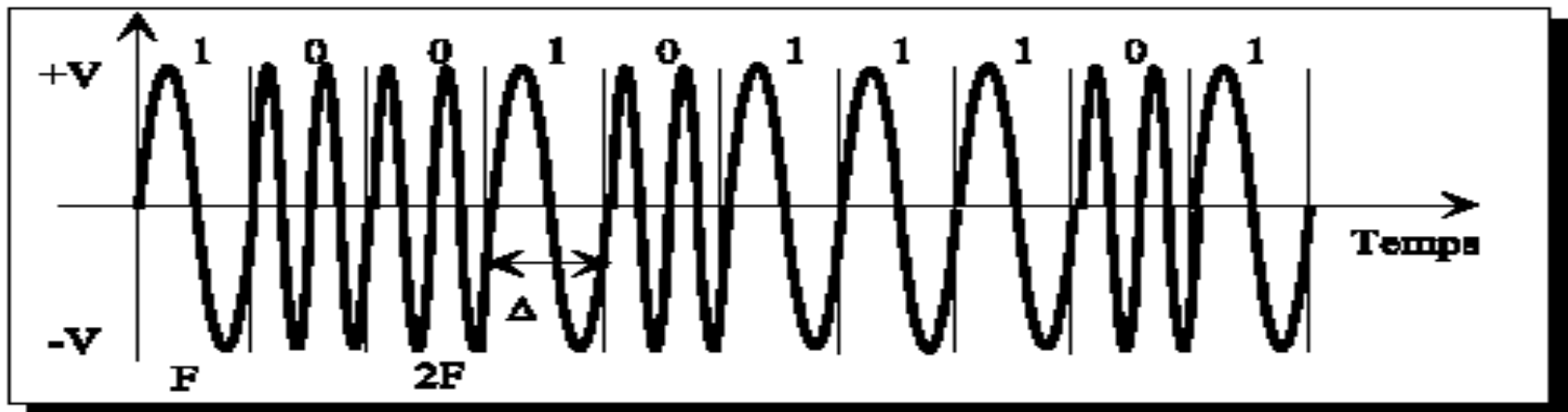
Soit la suite de bits à émettre **1001011101** :

- **La modulation d'amplitude** ou l'ASK : L'amplitude du signal varie du simple ou double suivant que l'on veuille transmettre un **0** ou un **1**.

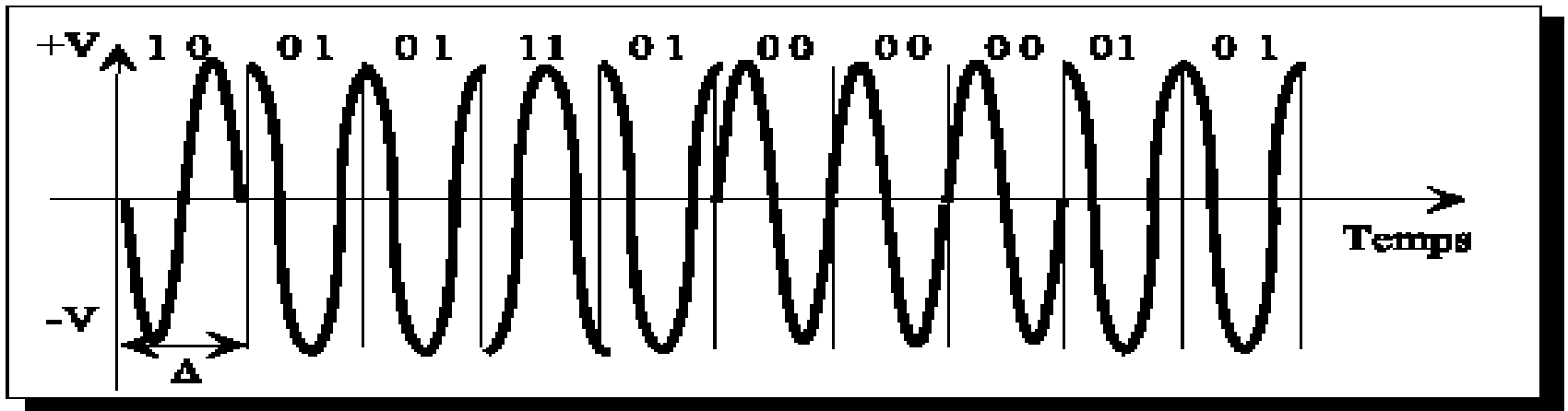


- **La modulation de fréquence ou FSK** : La fréquence du signal varie du simple F (fréquence de base) à un multiple. Notons que pour garantir que tous les états d'un même signal aient la même durée. Le nombre d'oscillations des états de fréquence multiple $n F$ est par égal à n .

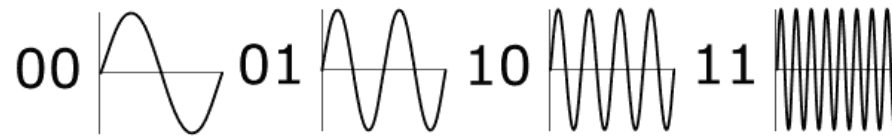
Un état à la base peut être représenté par plus d'une oscillation ayant les mêmes caractéristiques.



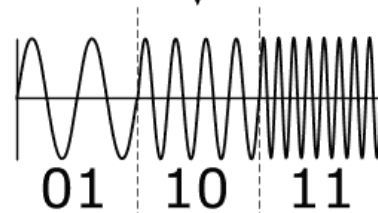
- **La modulation de phase ou PSK** : La phase du signal varie en fonction du bit à envoyer.



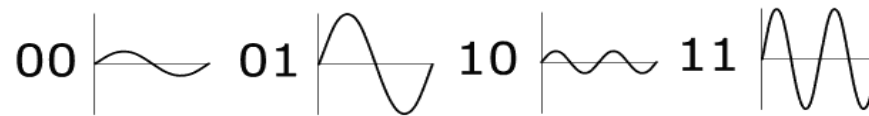
- La composition de ces trois techniques de modulations est possible et permet d'augmenter la valence et donc le débit de la transmission



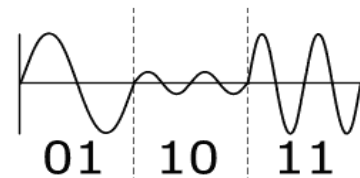
011011



Exemple de modulation de fréquence à 4 états



011011



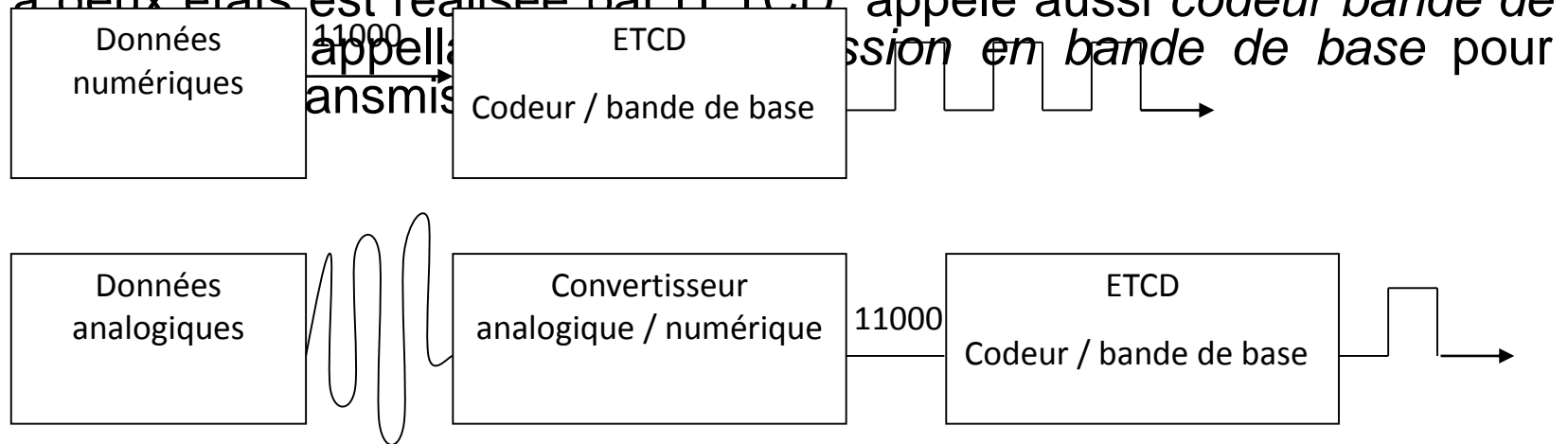
Exemple de modulation de fréquence et d'amplitude

II. 2.2 Transmission numérique Bande de base

:

La transmission numérique consiste à faire transiter les informations sur le support physique de communication sous forme de signaux numériques (0 et 1). Pour faire passer 0 ou 1, il faut coder par un signal possédant deux états, comme par exemple :

- Deux niveaux de tension par rapport à la masse.
- La présence ou absence de courant dans un fil.
- La présence / absence du son.
- La présence / absence de lumière,
- Cette transformation de l'information binaire sous forme d'un signal à deux états est réalisée par l'ETCD, appelé aussi *codeur bande de*



Codage des signaux : Plusieurs codages ont été définis :

- **Codage tout ou rien (unipolaire)** : c'est le plus simple, un courant nul code le 0 et un courant positif indique le 1. Inconvénients : Consommation d'électricité importante dans le cas où on émet une série de 1. Problème de détection du signal. Problème de désynchronisation lors d'une longue série de 1 ou de 0.
- **Le code bipolaire** : c'est un code tout ou rien dans lequel le 0 est représenté par un courant nul, mais le 1 est représenté par un courant alternativement positif ou négatif pour éviter de maintenir des courants continus.
- **Codage NRZ (No Return to Zero)** : Le codage NRZ est le premier système de codage et le plus simple. Il consiste à coder un 1 avec un signal $+V$ et un 0 par un signal $-V$. De cette façon, la composante continue du signal est nulle (s'il y a globalement autant de 1 que de 0), ce qui donne une consommation moins importante. Comme le signal n'est jamais nul, cela permet au récepteur de détecter ou non l'absence du signal. Son défaut est que le signal continu gêne la synchronisation

- **Codage Manchester** : L'idée de base est de provoquer une transition du signal pour chaque bit transmis. (inversion du signal systématique au milieu de la période de l'horloge), ce qui garantit l'impossibilité d'avoir un signal continu. Pour transmettre un 1, il s'agira par exemple de considérer un front montant et pour un 0 considérer un front descendant. La synchronisation des échanges entre émetteur et récepteur est toujours assurée, même lors de l'envoi de longues séries de 0 ou de 1. Par ailleurs, un bit 0 ou 1 étant caractérisé par une transition du signal et non par un état comme dans les autres codages, il est très peu sensible aux erreurs de transmission. La présence de parasites peut endommager le signal et le rendre incompréhensible par le récepteur, mais ne peut pas transformer accidentellement un 0 en 1 ou inversement.

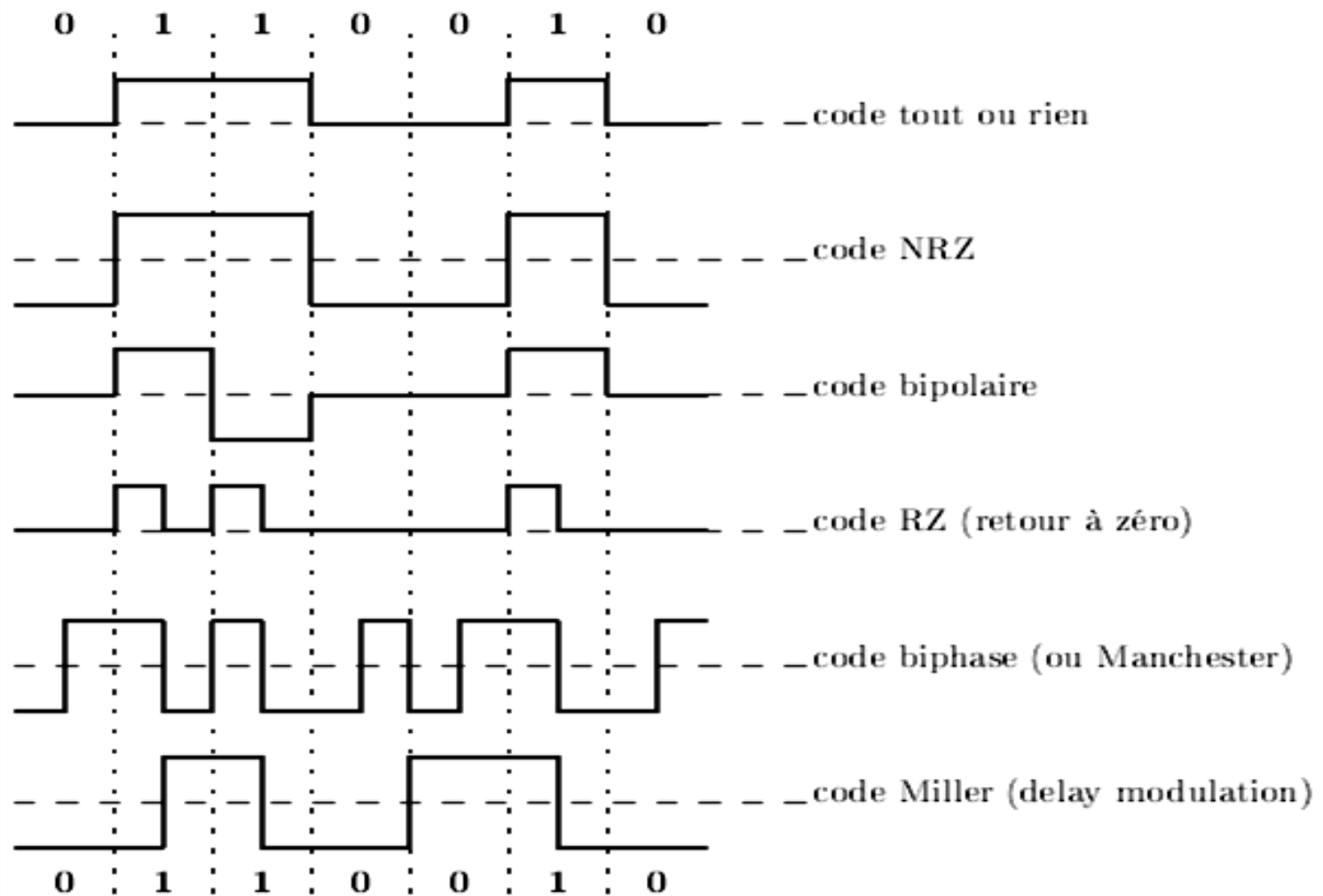
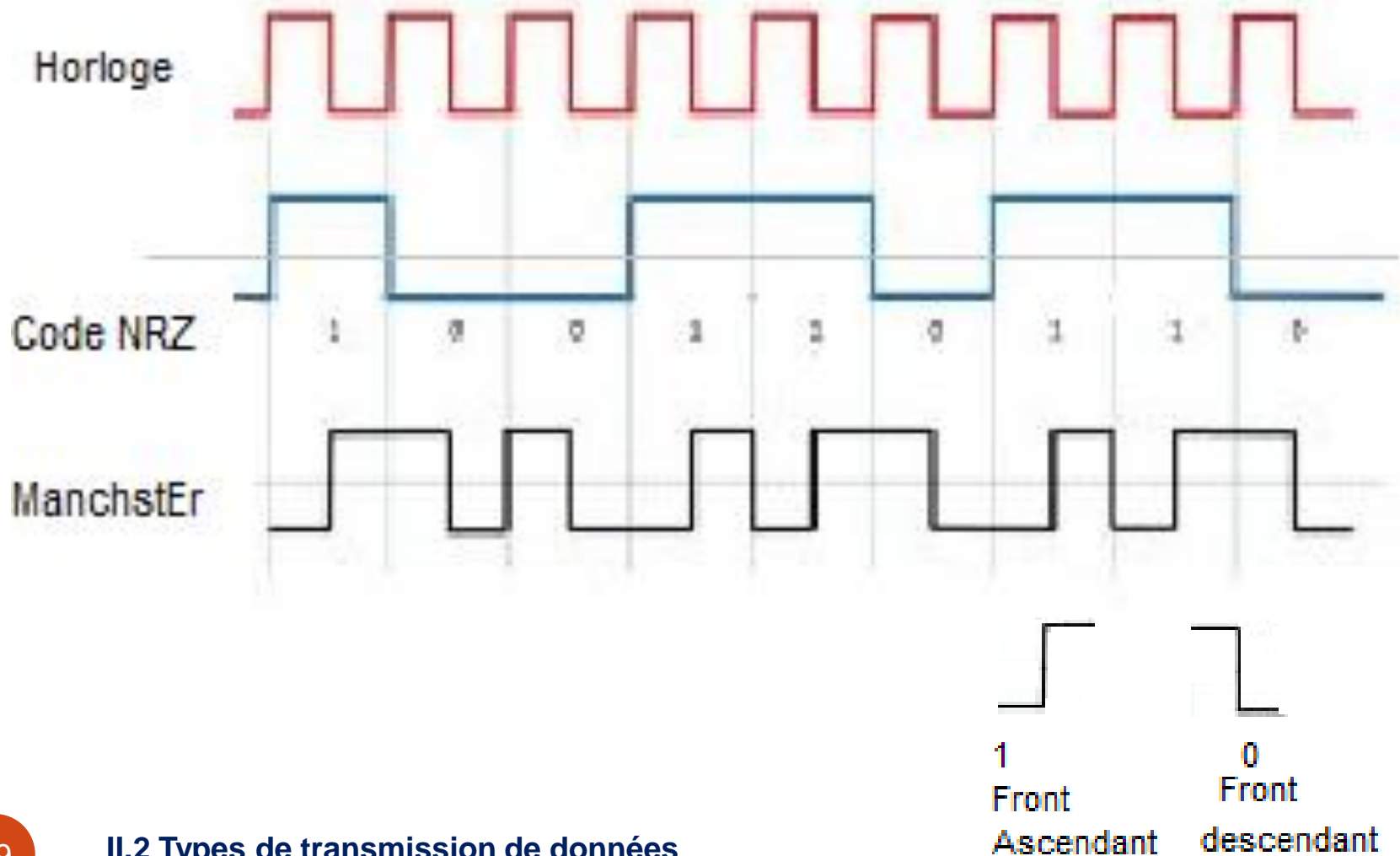
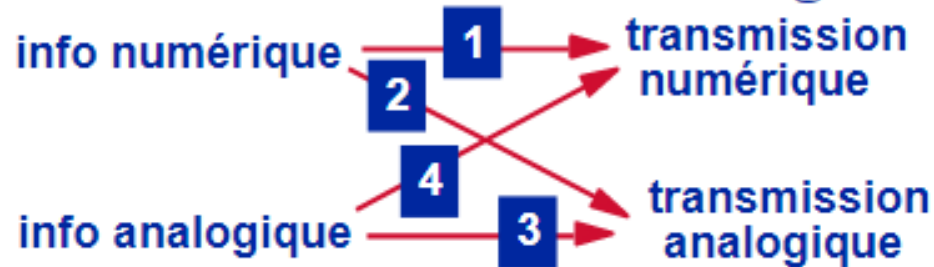


Figure 2.5 : Les principaux codages en bande de base

Le signal Manchester est obtenu en faisant la soustraction du signal horloge du signal NRZ.



Les données sont transmises sous forme de signaux



1) codage bande de base

- NRZ, Manchester, ...

2) modulation

- FSK, ASK, PSK

3) directe

4) numérisation (ex : MIC)

transmission analogique

- support guidé et non guidé
- division de la bande passante
- amplification
- longue distance

transmission numérique

- support guidé
- pas de partage de la BP
- répétition
- courte distance