



Physique - Chimie

Module No 21

Ondes et signaux



- Comprendre la notion d'onde
- Comprendre la notion de signal
- Identifier les propriétés d'un signal
- Identifier les caractéristiques d'une liaison
- Comprendre la modulation
- Comprendre la différence entre signaux analogiques et signaux numériques





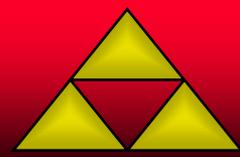
- Qu'est-ce-qu'une onde ?
- Qu'est-ce-qu'un signal ?
- Ondes et signaux
- Propriétés des signaux
- Signaux analogiques et signaux numériques
- Modulation
- Multiplexage
- Caractéristiques d'une liaison





- Une **onde** est la propagation d'une perturbation produisant sur son passage une variation réversible des propriétés physiques locales du milieu.
- Elle se déplace avec une vitesse déterminée qui dépend des caractéristiques du milieu de propagation.
- Il existe trois principaux types d'ondes :
 - Les **ondes mécaniques** se propagent à travers une matière physique dont la substance se déforme (Cas des ondes sonores, des ondes à la surface de l'eau).
 - Les **ondes électromagnétiques**, liées à des variations de champ, ne nécessitent pas de support physique.;
 - Les **ondes gravitationnelles** ne nécessitent pas non plus de support.

Qu'est-ce-qu'une onde?



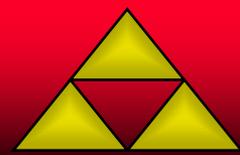
Onde à la surface de l'eau



Relais de télécommunications
(Ondes électromagnétiques)



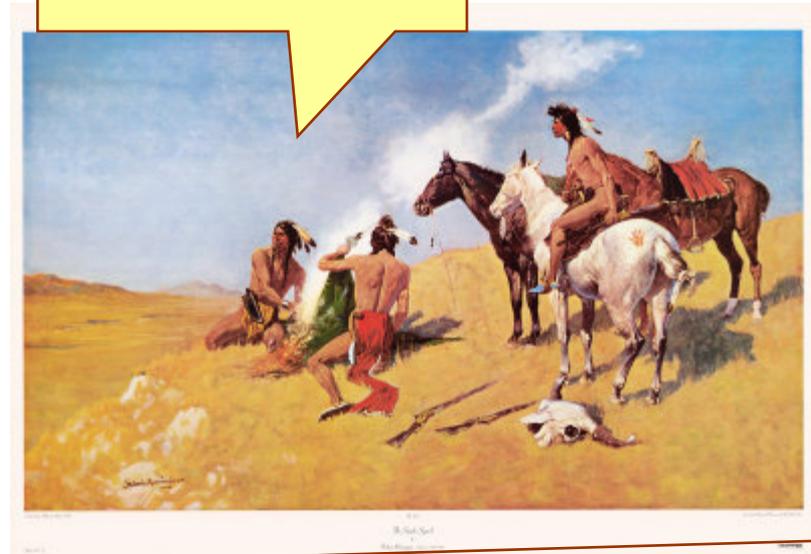
- **Signaler** consiste à placer l'extrémité émettrice de la voie de communication dans un état caractéristique, se traduisant, à l'extrémité réceptrice, par un état discernable de tous les autres états susceptibles de s'y manifester.
- Transmettre de l'information consiste à émettre une suite de signaux que l'extrémité réceptrice saura reconstituer.



Message,
composés de
signaux portés
sur un canal
selon un certain
code

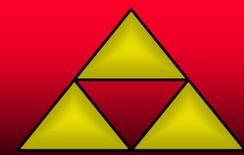
Récepteur

Emetteur

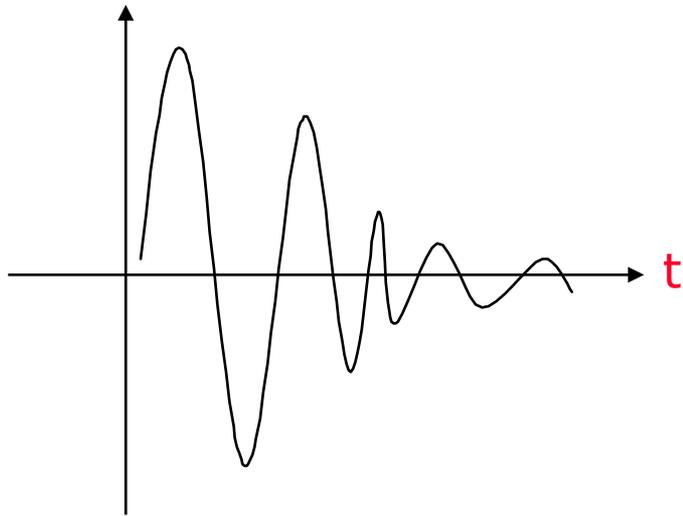




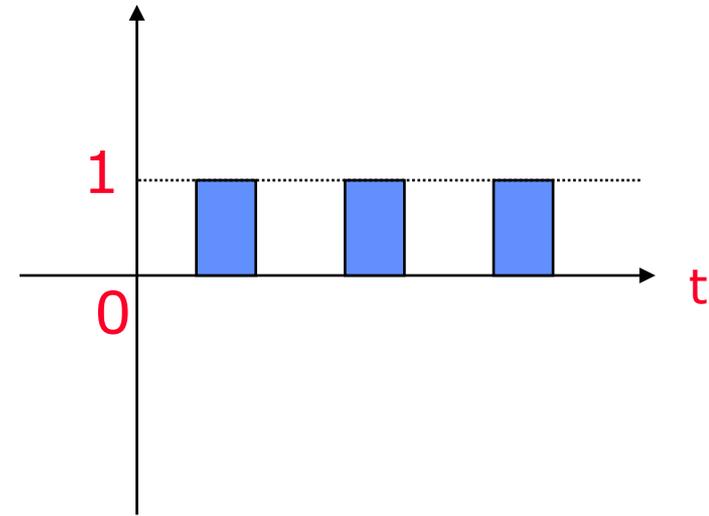
- Signaux sonores engendrés par une vibration de l'air.
- Signaux lumineux engendrés par la modulation (variation) d'une source lumineuse.
- Signaux électriques engendrés par la modulation d'une tension.
- Signaux hertziens engendrés par la modulation d'un champ électromagnétique.



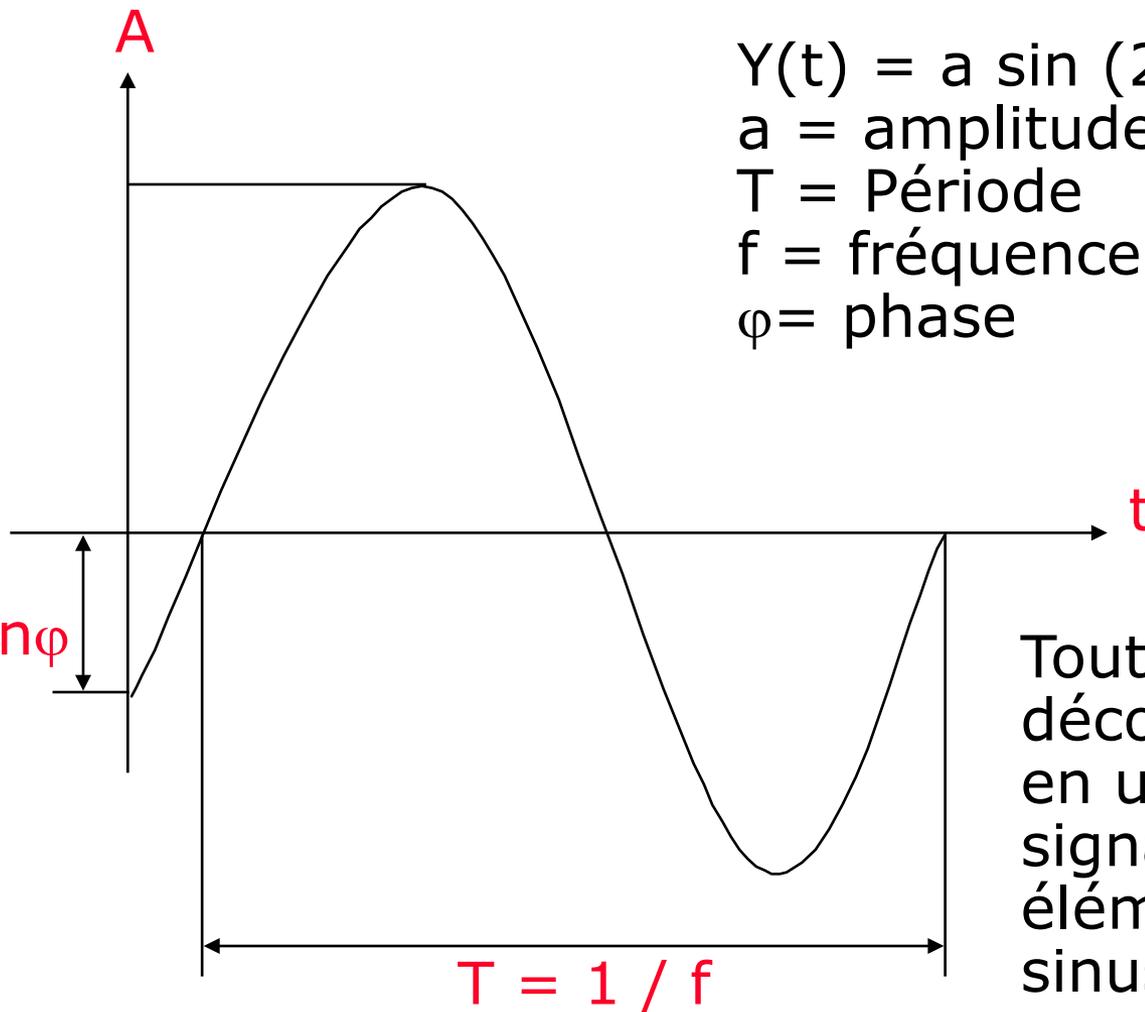
- Les signaux sonores exploitent les propriétés des ondes sonores.
- Les signaux lumineux et les signaux hertziens exploitent les propriétés des ondes électromagnétiques.



Signal analogique



Signal numérique



$$Y(t) = a \sin (2\pi ft + \varphi)$$

a = amplitude

T = Période

f = fréquence

φ = phase

Tout signal peut se décomposer en une somme de signaux élémentaires sinusoïdaux

(FOURIER)



- Le mode de **transmission analogique** fait directement circuler sur les lignes le signal qui correspond à la voix.
- Chaque signal occupe une bande de fréquences fixée de 0 à 4000 Hz.
- Les supports filaires ou radioélectriques des lignes permettent de transmettre une gamme beaucoup plus large de fréquences (plusieurs millions de Hz).
- Il est ainsi possible de faire passer plusieurs signaux sur une même ligne par un procédé dit de multiplexage en fréquence.
- Le signal "voix" est donc porté par un signal de fréquence beaucoup plus rapide. Cette fréquence "porteuse" est modulée.

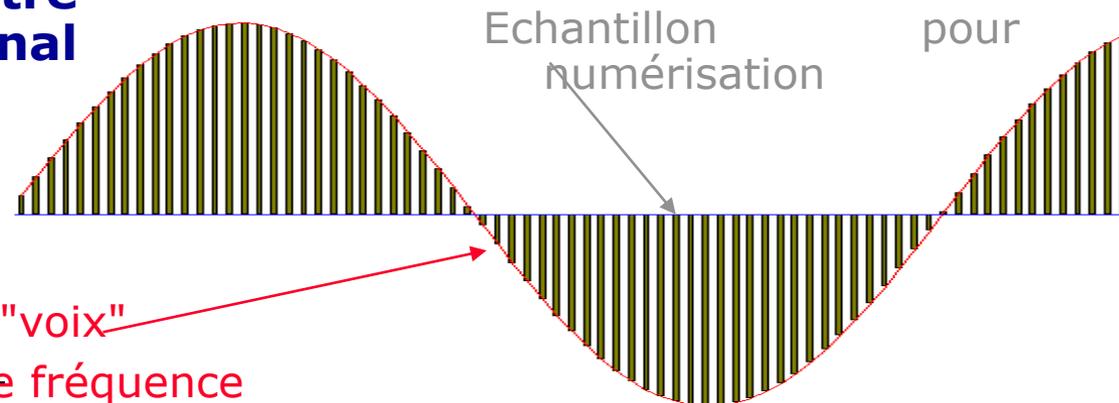
Signaux

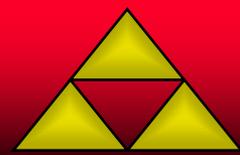
De la transmission analogique à la transmission numérique



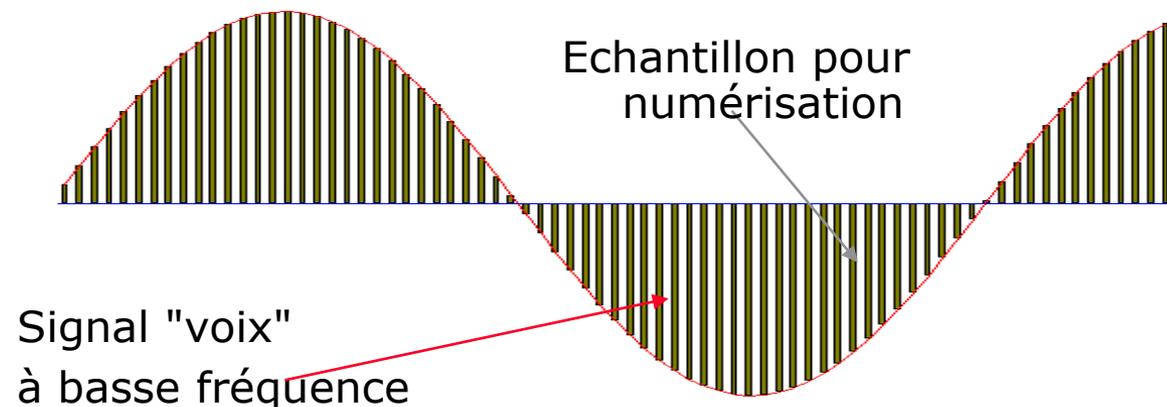
L'enregistrement au micro d'une voix humaine à l'aide de l'enregistreur de sons de Windows : un exemple de signal analogique.

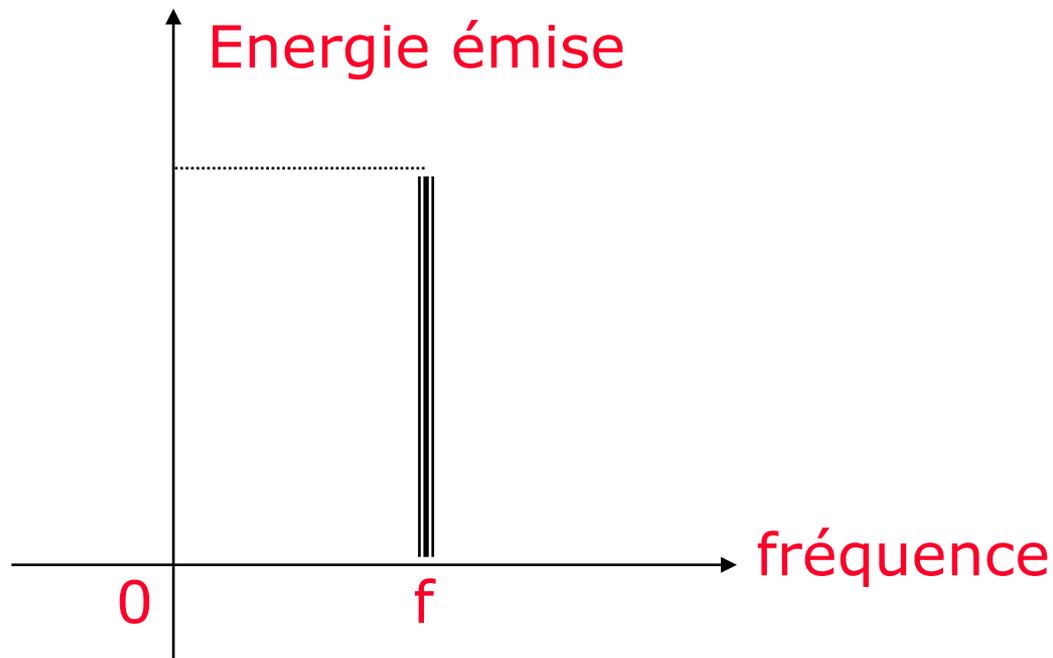
- La voix humaine est un signal analogique.
- Ce signal peut être transformé en un signal numérique.





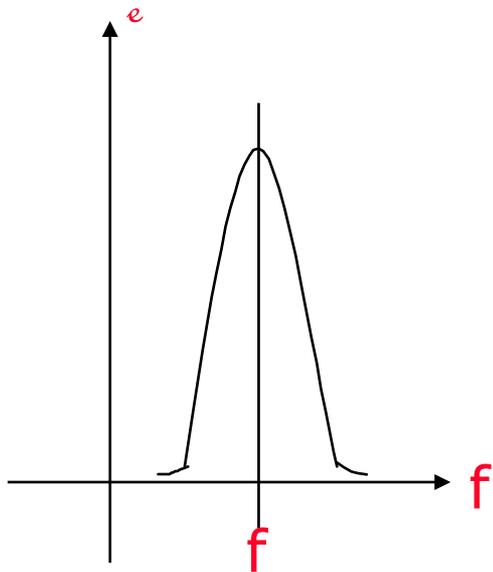
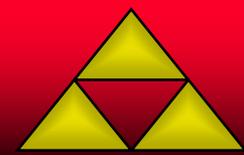
- Le signal analogique peut être représenté par une suite d'impulsions prélevées à grande fréquence.
- Ces impulsions constituent des "échantillons" dont l'amplitude est codée par un signal numérique binaire. 8 bits permettent de distinguer 256 niveaux.
- C'est ce signal binaire qui est transmis sur la ligne.
- C'est le procédé de **Modulation par impulsions et codage** (MIC).



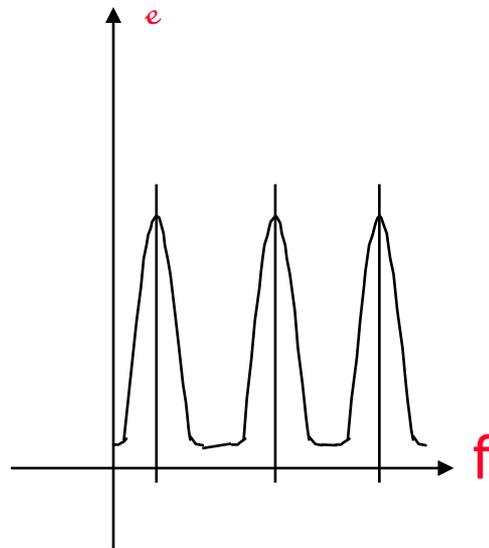


Spectre théorique de fréquence

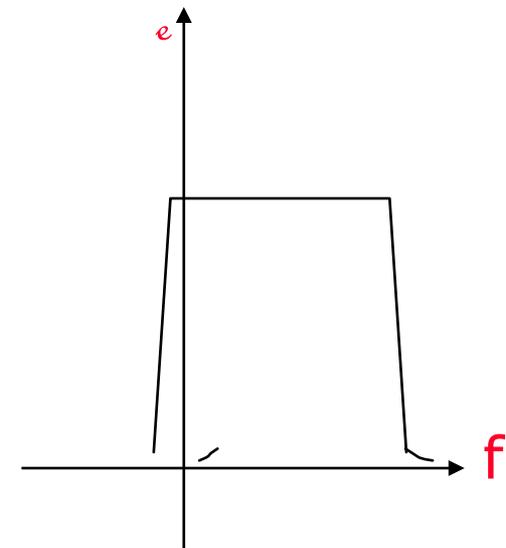
- Autre mode de représentation d'un signal sinusoïdal.
- Mais tout système physique qui émet un signal ne vibre pas selon une fréquence stable.
- Fluctuation plus ou moins imposante autour de la fréquence théorique.



Spectre de fréquence

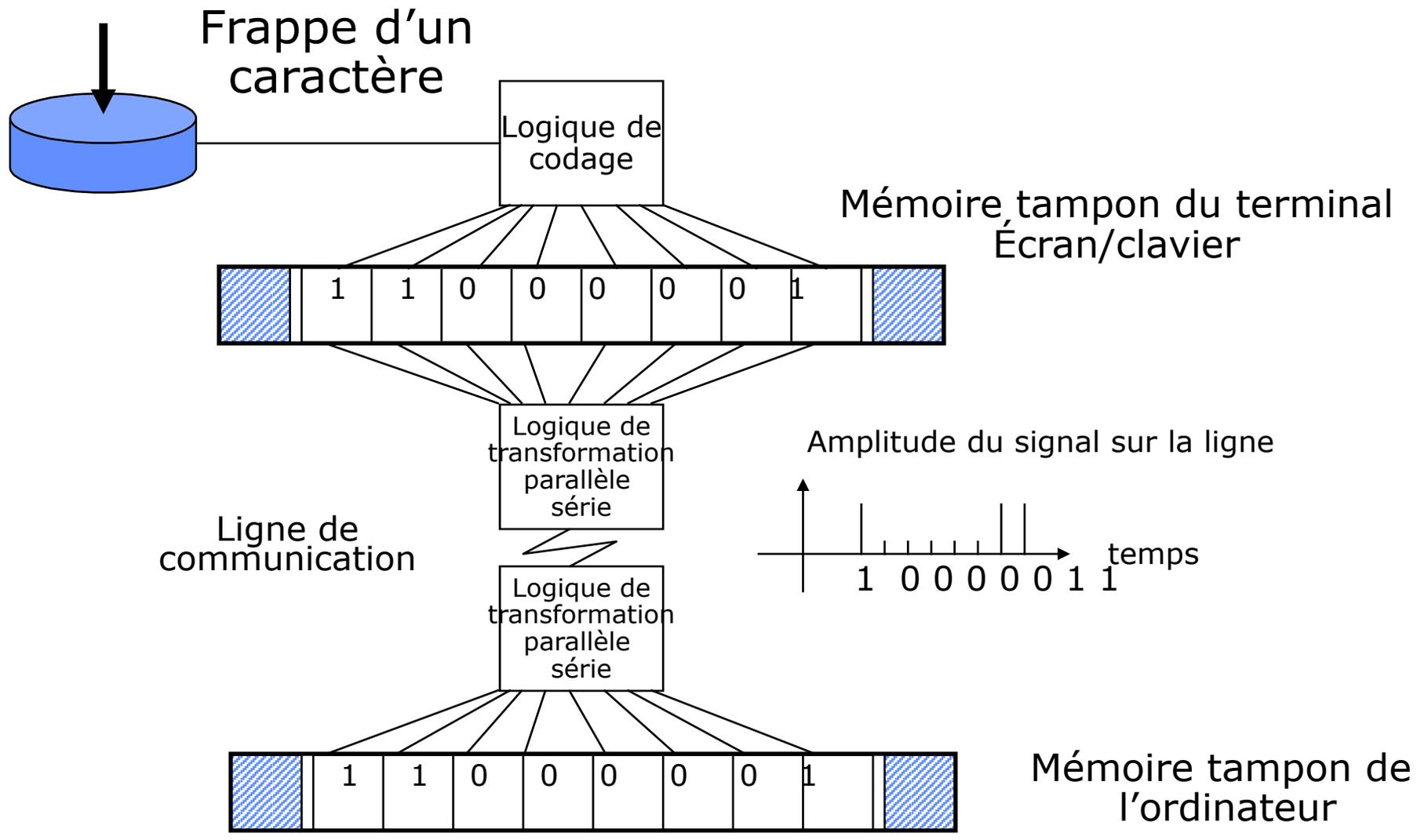


Spectre de raie



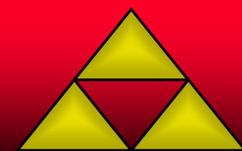
Spectre de bande

Transmission série et transmission parallèle

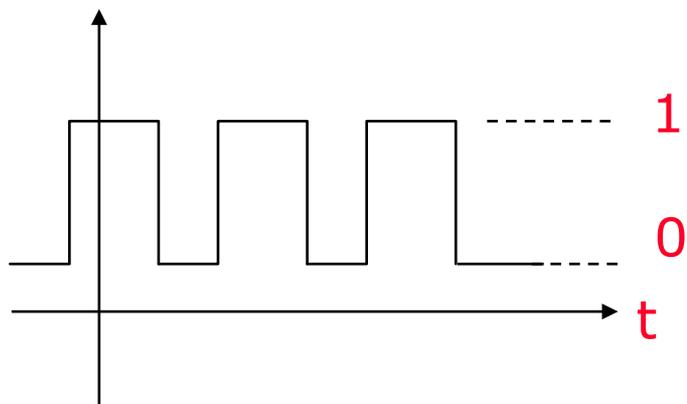




- Quelque soit leur nature, numériques ou analogiques, les signaux qui transmettent l'information doivent être engendrés selon **un mode périodique, de période T.**
- En une seconde, le nombre de signaux élémentaires transmis est : $v = 1 / T$
- V est appelée **vitesse de signalisation** et est exprimée en BAUDS

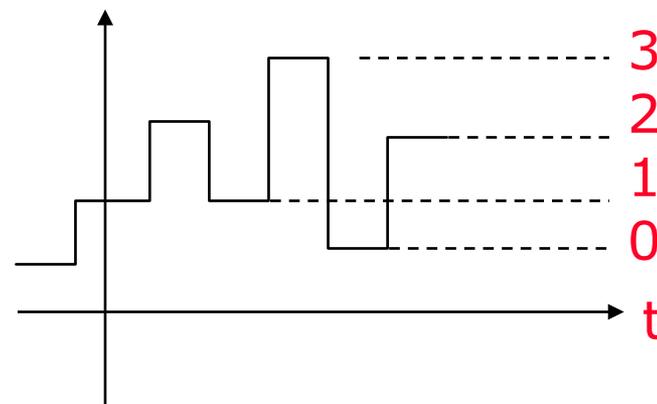


Le signal est caractérisé par sa VALENCE, c'est à dire le nombre d'états discernable du signal.



A l'instant t : 0 ou 1
Valence 2 (1 bit transmis)

Vitesse de signalisation : 50 BAUDS
Vitesse de transmission : 50 Bits / sec.



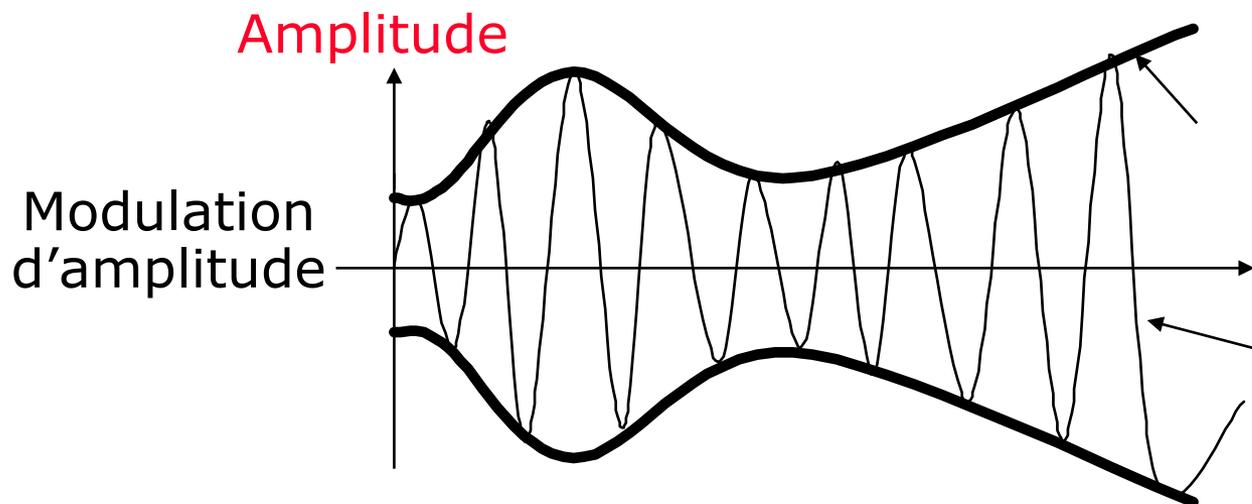
A l'instant t : 0, 1, 2 ou 3
Valence 4 (2 bits transmis)

Vitesse de signalisation : 50 BAUDS
Vitesse de transmission : 100 Bits / sec.



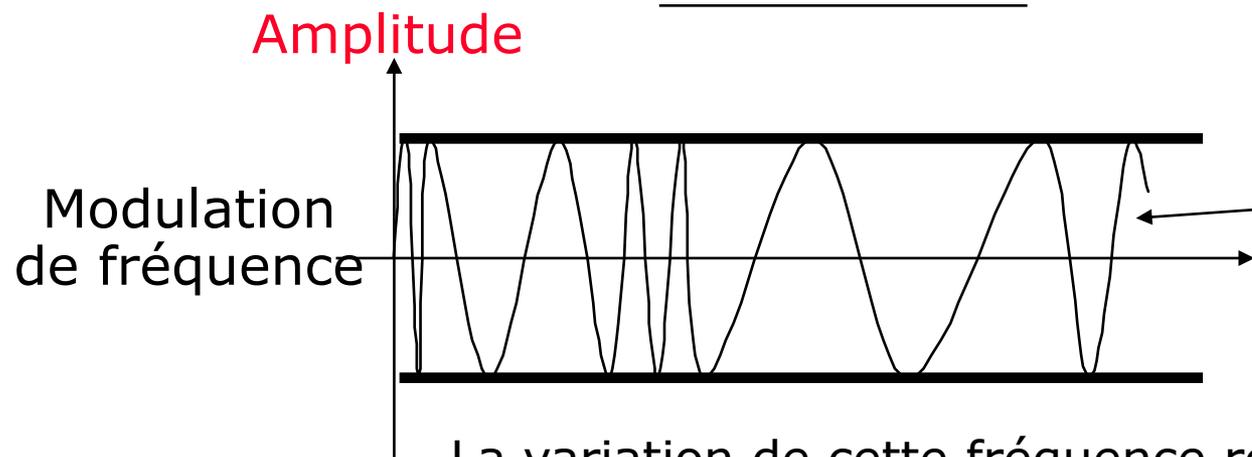
La **vitesse de transmission** caractérise le débit de la voie de communication (canal, liaison)

Le **débit** est fonction de la **bande passante** de la voie de communication utilisée



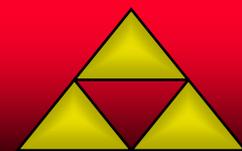
Signal résultant de la détection de l'onde porteuse : voix humaine, musique

Onde porteuse de fréquence fixe, d'amplitude variable

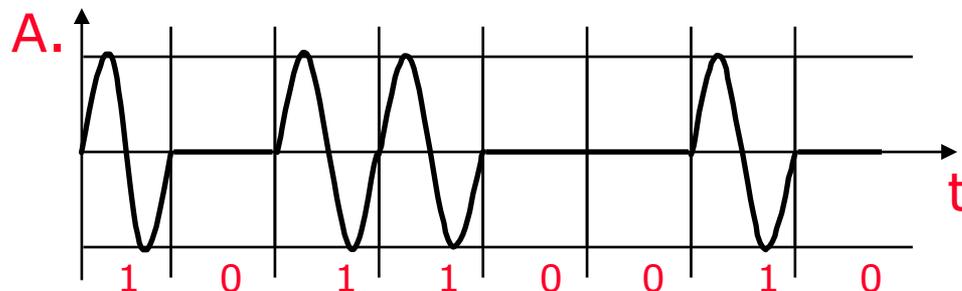


Onde porteuse d'amplitude fixe, mais de fréquence variable

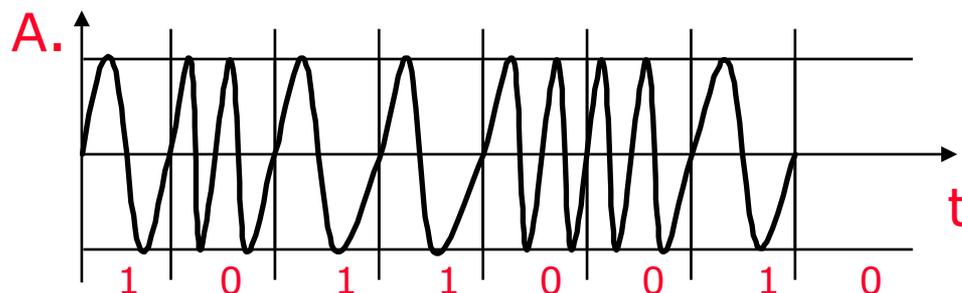
La variation de cette fréquence représente le signal audible



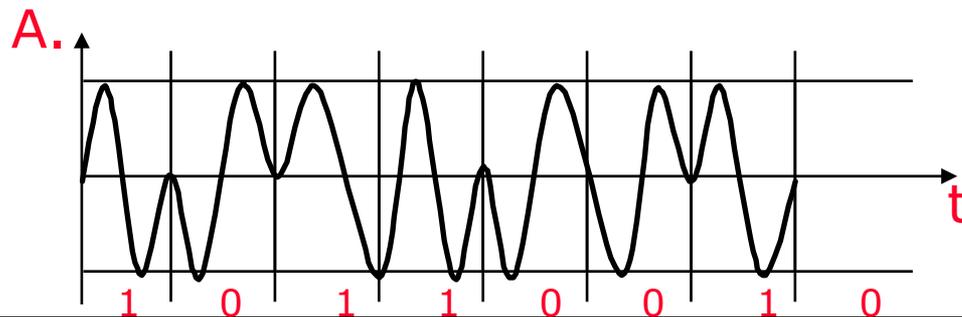
Utilisation d'une fréquence porteuse, adapté à la bande passante de la voie de communication, pour transmettre un signal dont la fréquence est moins adaptée.



Transmission d'un signal numérique en modulation d'amplitude



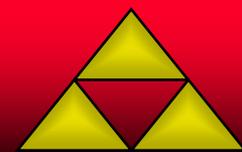
Transmission d'un signal numérique en modulation de fréquence



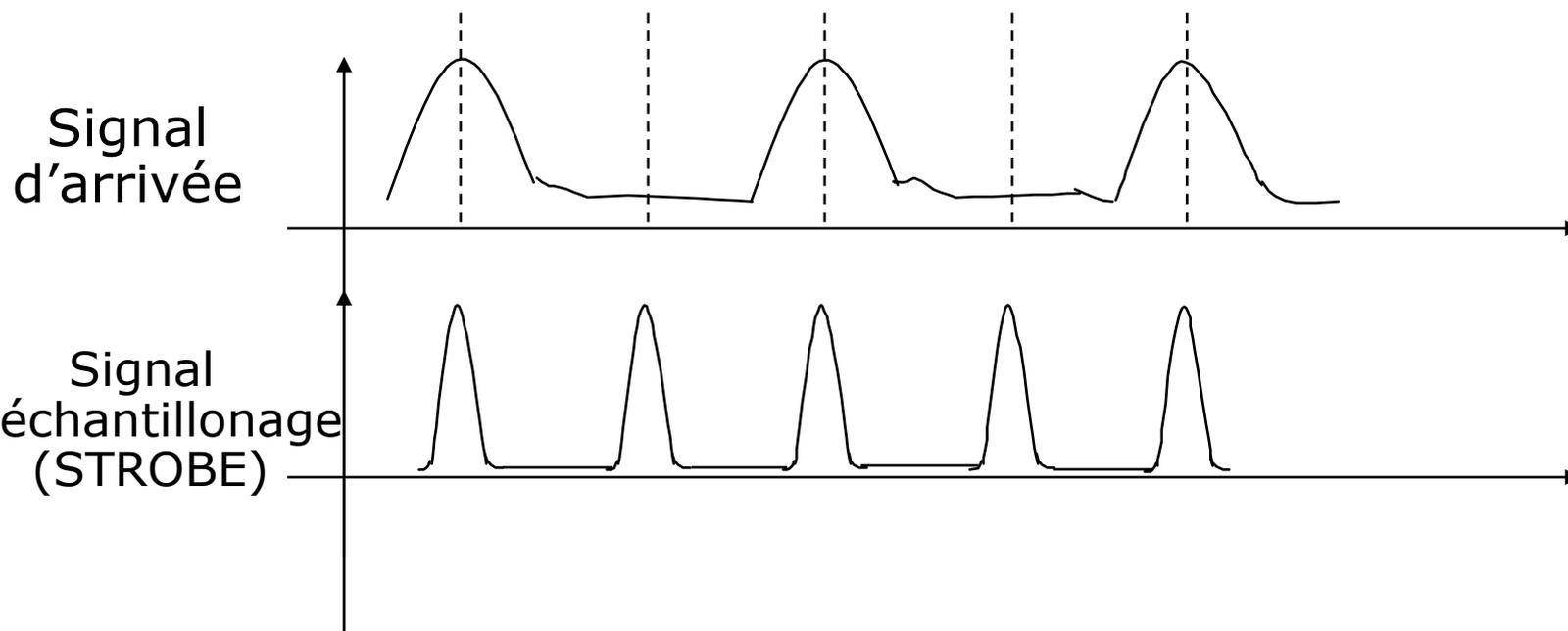
Transmission d'un signal numérique en modulation de phase



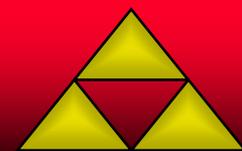
- Le multiplexage consiste à faire transiter sur une seule voie plusieurs communications.
- **Multiplexage de fréquence** : une voie à large bande est utilisée pour écouler simultanément des signaux dont les spectres ont une largeur plus réduite
- **Multiplexage temporel** : les signaux relatifs aux différentes liaisons transitent successivement sur la voie unique. Ceci est possible que pour les signaux numériques et requiert des mémoires tampons.



- Un récepteur ne doit prendre un message en considération qu'à des instants caractéristiques



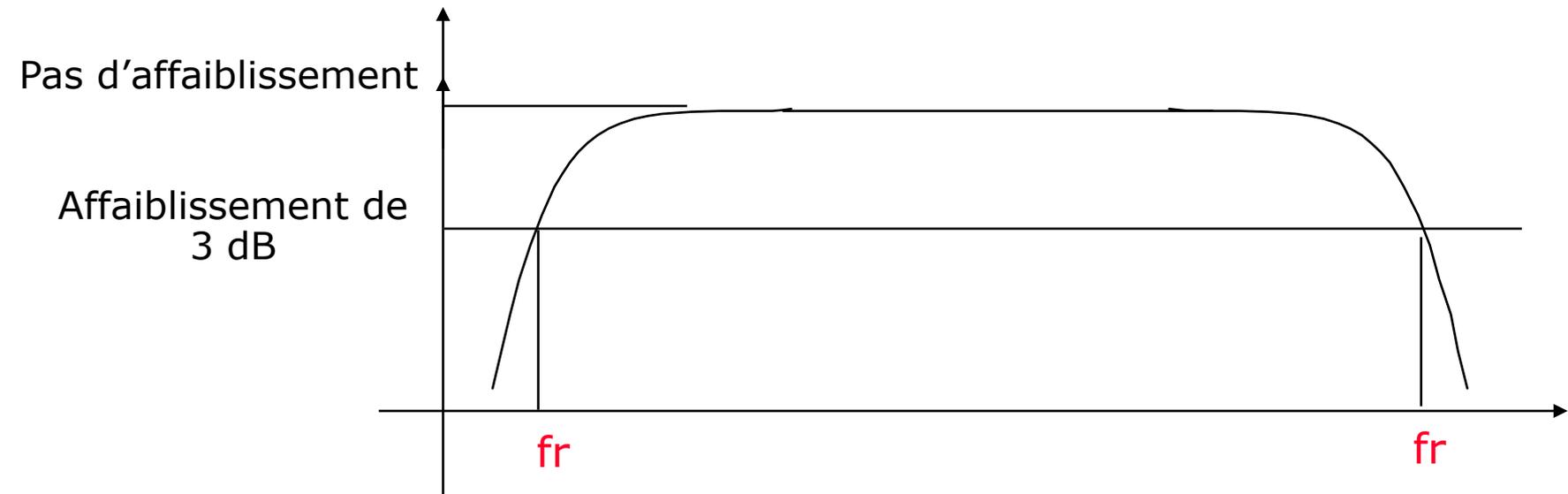
- Problème de synchronisation lié au déphasage



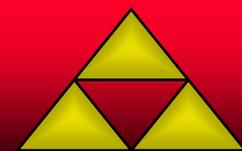
- **Equivalent**
- **Bande passante**
- **Distorsion de phase**
- **Niveau de bruit**



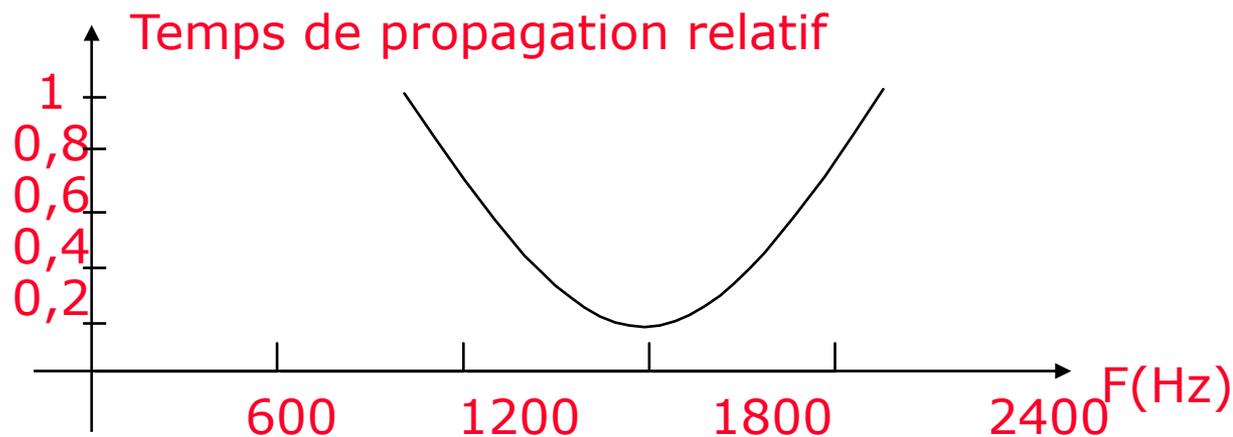
- Lié à l'affaiblissement du signal au fur et à mesure qu'il se propage sur la liaison
- Exprimé en décibel (dB) ou Neper (Np)
- Mesuré à 800 Hz,
- $E \text{ (Np)} = \frac{1}{2} \log (\text{Puissance émise}/\text{Puissance reçue})$
- Compris entre 5 dB et 30 dB (rapport de puissance émise à puissance reçue de 3 à 1000)



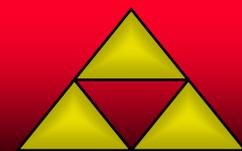
- De 300 Hz à 2600 - 3400 Hz selon la qualité de la ligne cuivre
- Sur une ligne téléphonique dont la bande passante est de 3200 Hz, pour un rapport signal/bruit de 10 dB, on peut atteindre une capacité de 10 kbits/s. (bande de phase)



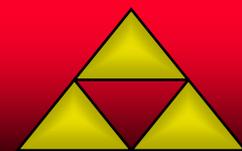
- Liée au fait que le temps de propagation des signaux sur la liaison dépend de leur fréquence



- Pas trop grave pour la transmission de parole, rédhibitoire pour la transmission numérique.



- Signaux parasites
- Bruits induits par les installations d'énergie, bruit de « friture » dûs aux défauts d'isolement, diaphonie...
- Bruits impulsifs gênants pour la transmission numérique



- **Comprendre la notion d'onde**
- Une onde est la propagation d'une perturbation produisant sur son passage une variation des propriétés physiques locales du milieu
- **Comprendre la notion de signal**
- Signaler consiste à placer l'extrémité émettrice du canal de communication dans un état caractéristique, se traduisant, à l'extrémité réceptrice, par un état discernable
- **Identifier les propriétés d'un signal**
- Mode (analogique ou numérique), valence, débit
- **Identifier les caractéristique d'une liaison (caal qui transmet le signal)**
- Equivalent, bande passante, vitesse de signalisation, vitesse de transmission, distorsion de phase, niveau de bruit
- **Comprendre la modulation**
- **Comprendre la différence entre signaux analogiques et signaux numériques**

