
SIGNAL et INFORMATION

TRANSMISSION du SIGNAL

CONTRAINTES sur un RESEAU ETENDU

↑ Une information est un couple constitué:

d'une représentation matérielle, qui en constitue le **formant**

et d'un ensemble d'interprétations, qui en constitue le **formé**

dont la **nature, événementielle**, consiste en un changement d'état qui, par l'**occurrence** de cette représentation matérielle, provoque l'activation du **champ interprétatif** correspondant, selon les règles fixées par un code préétabli.

Georges Ifrah - Histoire universelle des chiffres

- ☞ Seule la composante matérielle (formant) d'une information fait l'objet d'une communication: ce n'est pas le sens (formé) que l'on transmet
- ☞ L'information est la troisième dimension universelle après la matière et l'énergie. L'information n'est autre que la négentropie (structure ordonnée)
- ☞ Étymologie: informare= donner une forme....

↑ Quantité d'information

Mesure quantitative de l'incertitude d'un message en fonction du degré de probabilité de chaque signal composant ce message

↑ Information (suite...)

- ☞ Séquence de signaux, correspondant à des règles de combinaisons précises, transmise entre une source et un collecteur par l'intermédiaire d'un canal
- ☞ Ecrit, fait, notion ou instruction susceptible d'être traitée en tout ou partie par des moyens automatiques.
- ☞ Renseignements obtenus de quelqu'un ou sur quelqu'un ou quelque chose, en particulier nouvelle communiquée par la presse, la radio,...

↑ Message

- ☞ Lot d'information formant un tout intelligible ou exploitable et transmis en une seule fois
- ☞ Séquence de signaux qui correspondent à des règles de combinaisons précises et qu'une source transmet à un collecteur par l'intermédiaire d'un canal

↑ Signal

- ☞ Phénomène physique porteur d'une information et pouvant représenter des données
- ☞ Variation d'une grandeur de nature quelconque grâce à laquelle, dans un équipement, un élément en influence un autre
- ☞ Signe convenu pour avertir, annoncer, donner un ordre.

↑ **Information** : grandeur abstraite liée à la probabilité d'occurrence d'un événement

↳ Information portée par un **message**

↳ Quantité exprimée en **bits**

[Voir Théorie de l'Information](#)

↑ Pour être transmis le message (l'information) doit être supportée par un signal : **Codage** (binaire à signal)

↑ Un signal peut comporter

↳ un

codage binaire

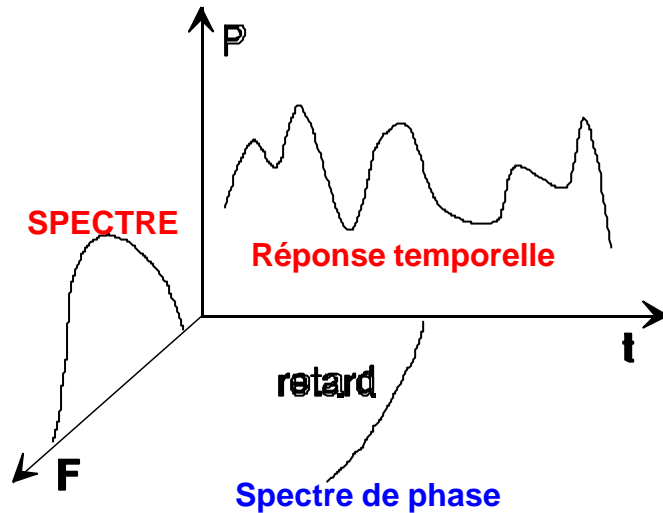
ou

↳ plusieurs

} bits

codage N-aire

↑ **Débit (b/s)** = nb. de signaux /seconde * nb. de bits / signal



↑ 3 paramètres :

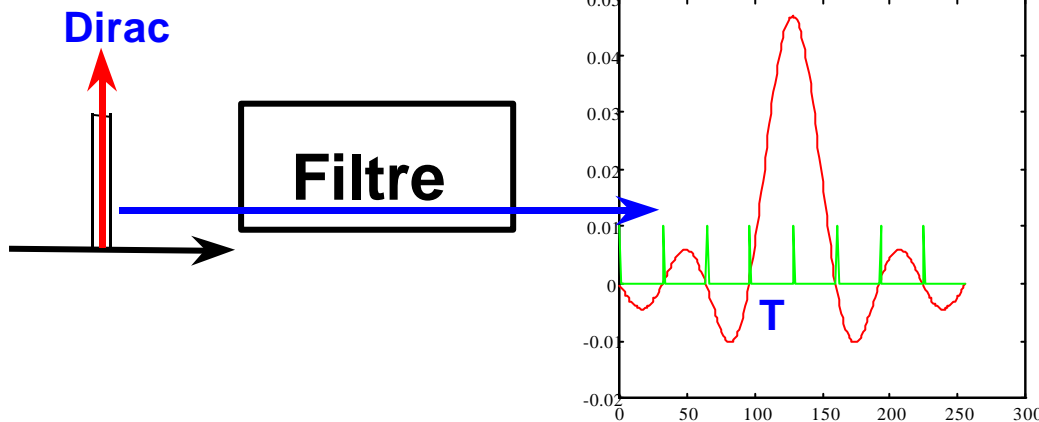
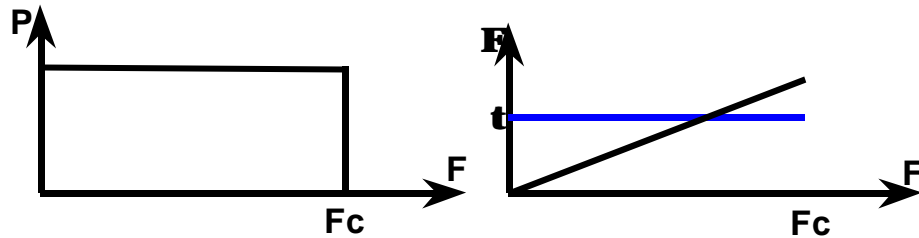
- ☞ Temps
- ☞ Puissance ou Amplitude
- ☞ **Fréquence** :
rapidité des fluctuations dans le temps

↑ Le **SPECTRE de Puissance** représente le comportement moyen du signal au cours du temps (ses fluctuations moyennes)

- ☞ exemple : voix féminine ou masculine
- ☞ intérêt : reconnaissance du partenaire

↑ Il faut aussi tenir compte des variations du retard (temps de transmission) en fonction de la fréquence : **Spectre de phase**

- ☞ Cerveau assez insensible à ce facteur ...



Fréquence de signalisation $F_s = 2 * F_c$

↑ Bande passante :

intervalle de fréquence dans lequel de l'énergie peut être transmise

↑ Filtre passe-bas idéal

↑ On observe à des instants à intervalle $T = 1 / 2 * F_c$

↳ Signal NUL sauf une fois

↳ Amplitude ~ Energie en entrée

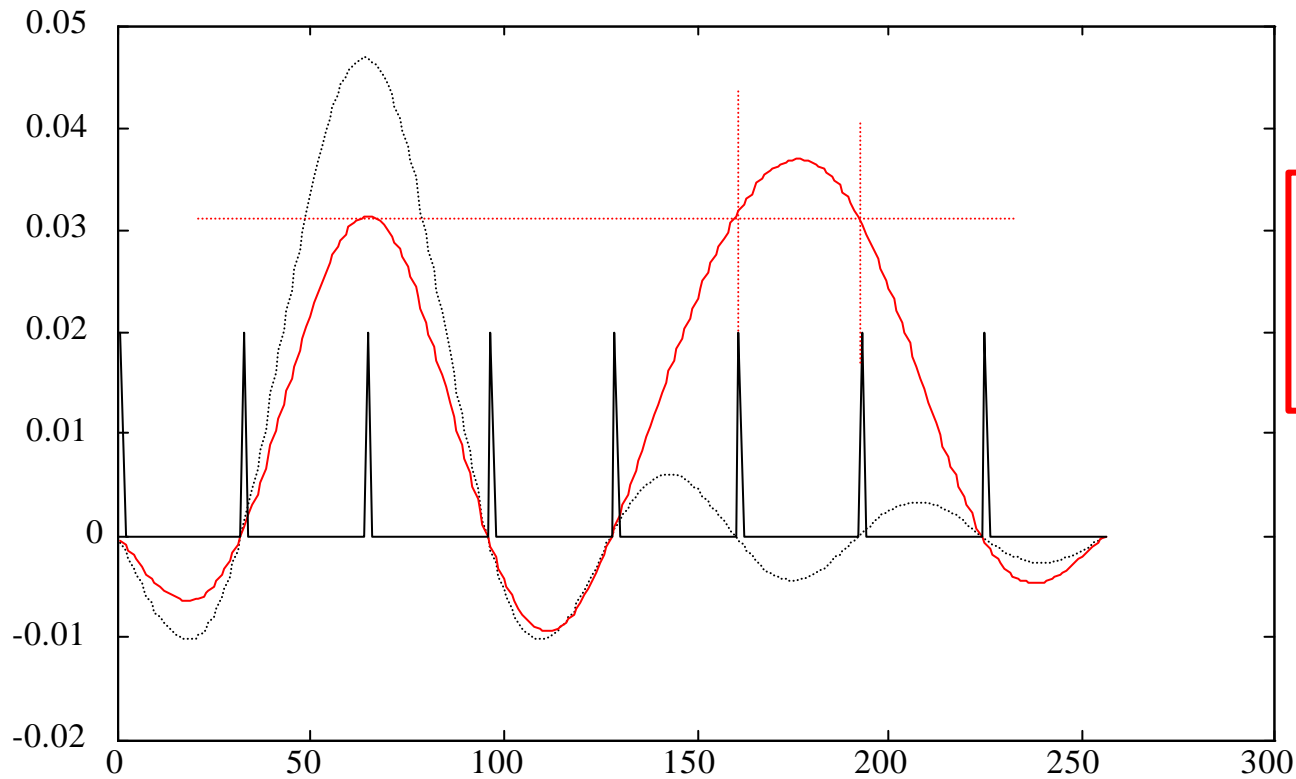
↑ filtre anticipateur

↳ irréalisable

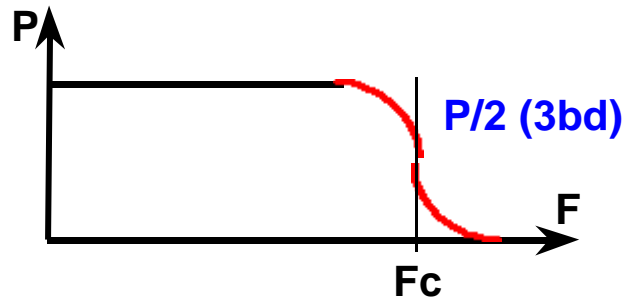
même de manière approchée

↑ Interférences entre symboles

☞ Transfert d'un octet avec 3 impulsions : 0 0 1 0 0 1 1 0

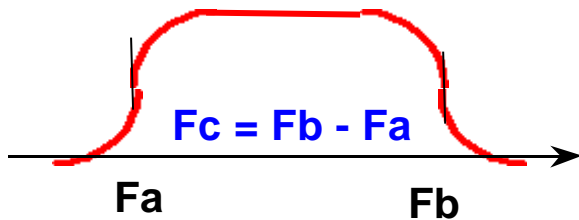


$$F_s \text{ baud} = 2 * F_c \text{ Hz}$$

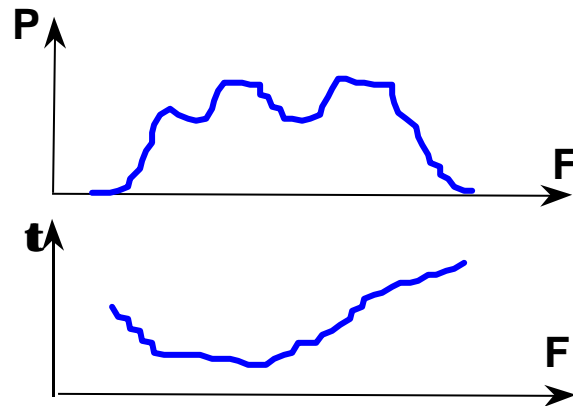


↑ Filtre à coupure symétrique

- ☞ en cosinus décalé
- ☞ Anticipateur
- ☞ Permet de bonnes approximations



↑ Filtre passe-bande



↑ Canal réel différent de filtre idéal

↑ Solution : Réduction de bande
ou Egaliseur de voie

↑ En l'absence de perturbations chaque signal peut porter une quantité d'information infinie

↳ Le signal peut prendre une infinité de valeurs, de niveaux

↑ La limitation vient des perturbations: bruit

↳ Le bruit limite la possibilité de distinguer des niveaux trop proches du signal

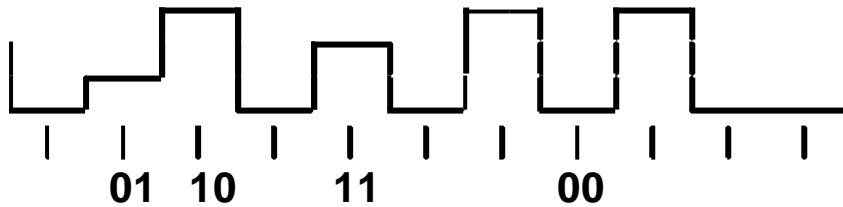
↑ Chaque signal bruité porte une quantité limitée d'information

↑ le débit d'information est donné par le produit

↑ nombre de signaux (baud) * information par signal (bit)

↳ Théorème de Shannon-Hartley-Tuller

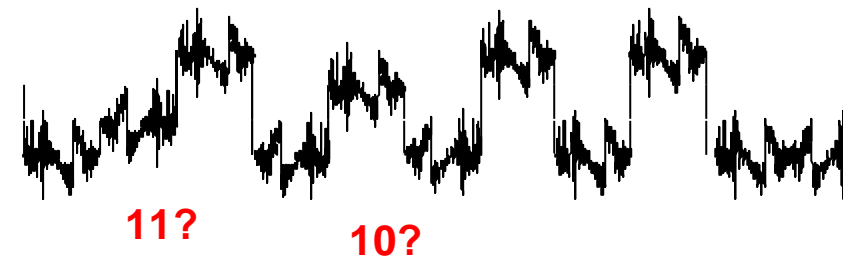
Signal



Bruit



Signal + Bruit



↑ Bruit s'ajoute au signal

↑ Pour augmenter le débit

☞ codage N-aire ...

↑ Détection par seuil

☞ critère de Bayes

↑ Détection

☞ Si niveau haut 10

alors que 11 ou 01 émis ...

☞ **ERREUR**

↑ Sur réseau ancien

- ↳ Bruit "blanc" négligeable
 - ↳ Bruit impulsif important : Commutateurs électromécaniques
 - ↳ Impulsion de durée ~ 1 ms
 - ↳ Amplitude quelques millivolts
- voisine de amplitude d'un signal faible

↑ Dernier commutateur mécanique en France démonté en janvier 95

↑ Sur réseau numérique

- ↳ Bruits de quantification
- ↳ Bruits de transmission

↑ Solution : filtre adapté

↑ Shannon, Hartley et Tuller ont calculé la quantité d'information maximale transportable par un signal élémentaire (**bits par baud**)

$$I_{\text{bit}} = \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \frac{S}{B} \right)$$

S= puissance du signal

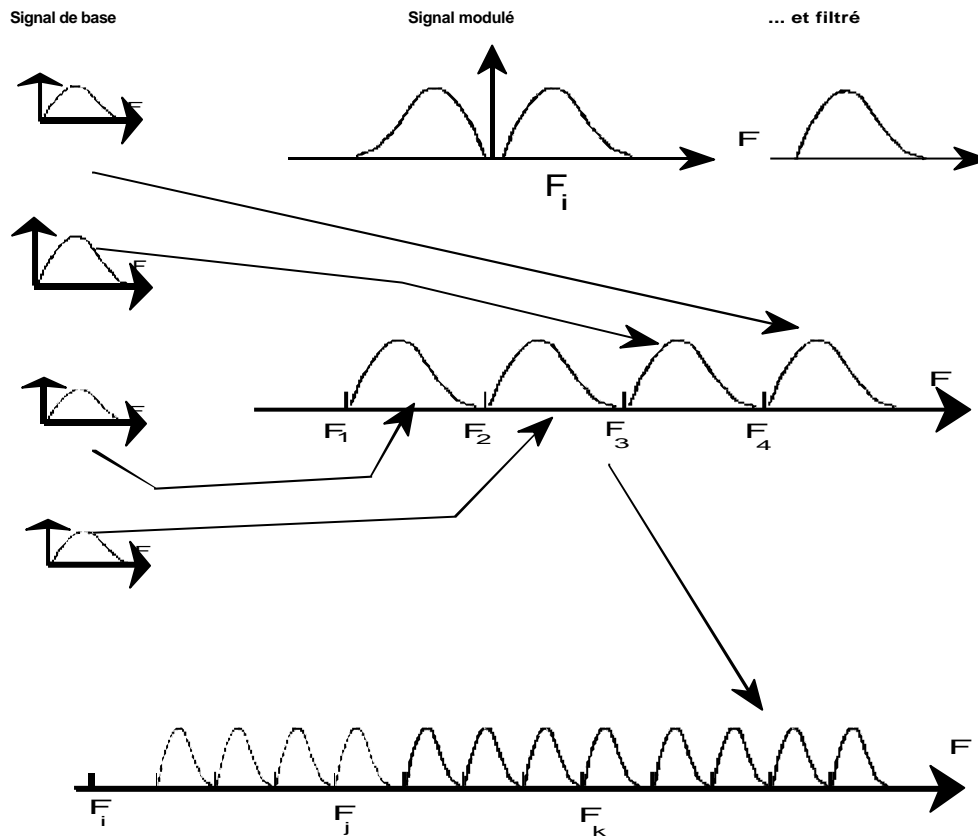
B= puissance du bruit

☞ par exemple si $S/B=99$ $I \approx 3,3$ bit/ baud

↑ Soit un débit d'information de:

$$D_{b/s} = \frac{1}{2} F_S \log_2 \left(1 + \frac{S}{B} \right)$$

☞ en pratique si $F_S = 4800$ bd $D_{b/s} = 14400$ b/s



↑ "Invention du téléphone"

G.Bell 1876 (T.Gray)

↑ Multiplexage de plusieurs communications sur un cable

- ☞ Modulation d'amplitude sans porteuse
- ☞ Signal de base $s(t)$
- ☞ Signal transmis après Filtrage

$$M(t) = A_0 s(t) \cos(2\pi F_i t)$$

↑ Pour démoduler

- ☞ $s(t) = M(t) * \cos(2\pi F_i t)$
- ☞ et filtrage passe-bas

↑ Fréquence F_i et F'_i de modulation et démodulation différentes

↑ Exemple:

signal : $s(t) = \cos(2\pi f t)$ et porteuse : $S(t) = \cos(2\pi F_i t)$

Modulation : $M(t) = \cos(2\pi f t) * \cos(2\pi F_i t)$ (on néglige déphasages)

$$M(t) = 1/2 (\cos(2\pi(F_i - f) t) + \cos(2\pi(F_i + f) t))$$

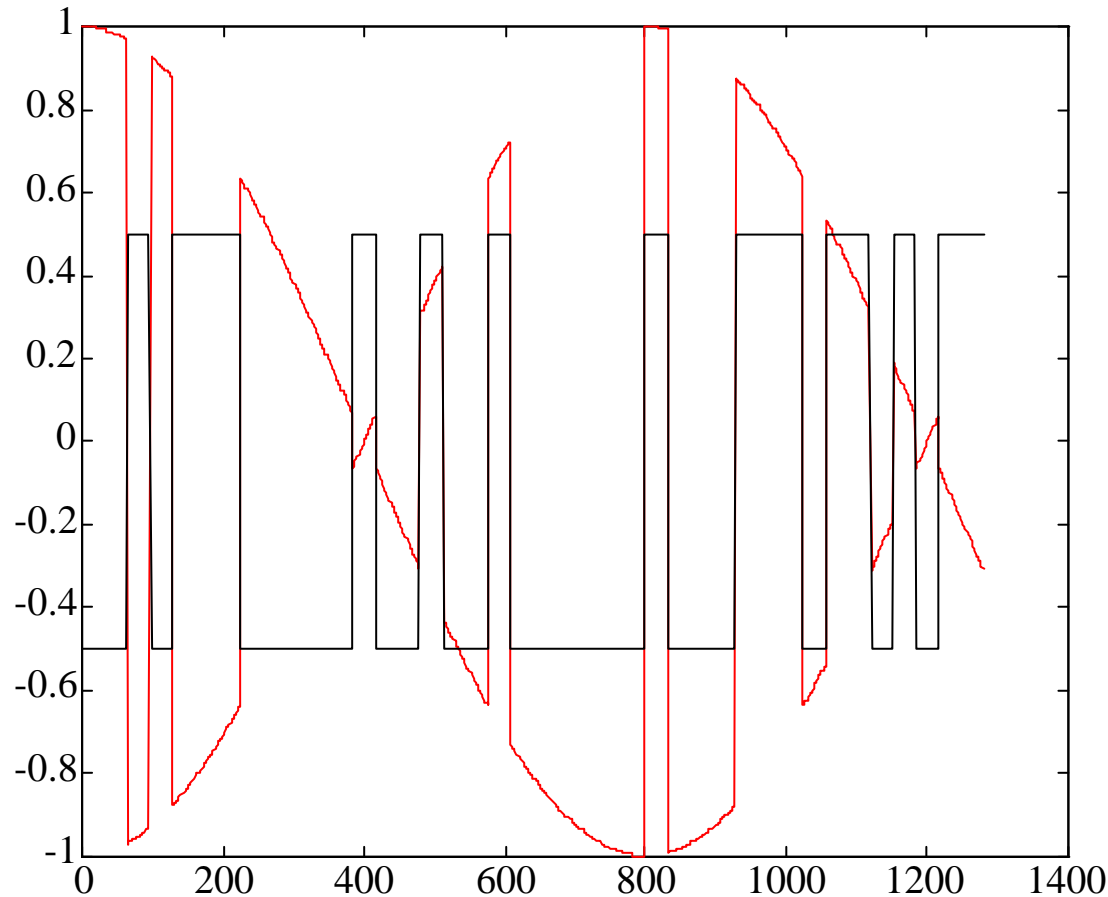
Filtrage : $T(t) = \cos(2\pi(F_i - f) t)$ ou $T(t) = \cos(2\pi(F_i + f) t)$

Démodulation : $s'(t) = \cos(2\pi(F_i - f) t) * \cos(2\pi F'_i t)$
 $s'(t) = 1/2 (\cos(2\pi(F'_i - F_i + f) t) + \cos(2\pi(F'_i + F_i - f) t))$

si $F'_i = F_i$ $s'(t) = k * \cos(2\pi f t) = k * s(t)$

sinon $s'(t) = k * \cos(2\pi(f + e) t)$

↑ Voir schéma grossissant suivant



→ $F_i \neq F_i$

→ Solution:
MODULATION

→ Coder le signal par sa propre porteuse que l'on reconstruit à la réception

→ On émet
 $S(t) = s(t)\cos(2\pi f_0 t)$

→ On récupère la porteuse f_0 à la réception

→ et on démodule
 $s(t) = S(t)\cos(2\pi f_0 t)$

- ↑ Les modems servent à adapter le signal au support
- ↑ La fonction modulation-démodulation n'est utile que si il y a du multiplexage en fréquence sur le réseau
- ↑ Sinon ne restent que les filtres ...
 - ↳ "Modem" en bande de base
- ↑ Sur réseau numérique (RNIS) inutile
 - ↳ Adaptateur de terminal
 - ↳ Surtout pour traité la "signalisation"

voir cours de Télécommunications