

Supports de Transmission

Mohammed EL GHZAOUY

Année 2021/2022

introduction

- Un réseau suppose plusieurs équipements informatiques (ordinateurs fixes ou portables, divers équipements électroniques, téléphones, assistants numériques personnels...) situés à distance les uns des autres. La première chose à mettre en œuvre pour constituer le réseau est la transmission des informations d'un équipement à l'autre : on utilise des **supports de transmission** dont nous présentons les caractéristiques dans le chapitre 1.
- À chaque nature de support correspond une forme particulière du signal qui s'y propage.

- On distingue plusieurs supports utilisés en réseaux informatiques:
 - ❖ **les supports métalliques**
comme les paires torsadées et les câbles coaxiaux, sont les plus anciens et les plus largement utilisés ; ils transportent des courants électriques.
 - ❖ **les supports non métalliques**
comme les supports de verre ou de plastique, comme les fibres optiques, transmettent la lumière.
 - ❖ **les supports immatériels.**
Les supports immatériels des communications sans fil propagent des ondes électromagnétiques et sont en plein essor.



Chapitre 1 :

Définitions et appellations



Sommaire



5

- **Introduction**
- **Techniques de transmission**
- **Définitions et appellations**
- **Types de supports physiques de transmission d'une information**
- **Principaux éléments intervenant dans la transmission**

INTRODUCTION

6

- ❑ Lors d'une transmission sur un canal, Le signal émis sous forme d'onde subit de nombreuses réflexions. En effet, Comme il existe de nombreux trajets possibles reliant l'émetteur au récepteur, des phénomènes d'interférence vont se produire, le canal de propagation sera caractérisé par la fonction de transfert H .
- ❑ Si la bande utile du signal B_u est beaucoup plus petite que la bande de cohérence du canal, alors la fonction de transfert est pratiquement indépendante de la fréquence -> **canal plat**, dans le cas contraire, le canal sera **sélectif en fréquence** et des interférences inter-symbole se produiront dans le domaine temporel.

Techniques de transmission

7

- Selon les techniques de transmission, un équipement spécifique est placé à chaque extrémité du support : soit un modem (modulateur/démodulateur), soit un codec (codeur-décodeur).

On distingue 4 modes de transmission:

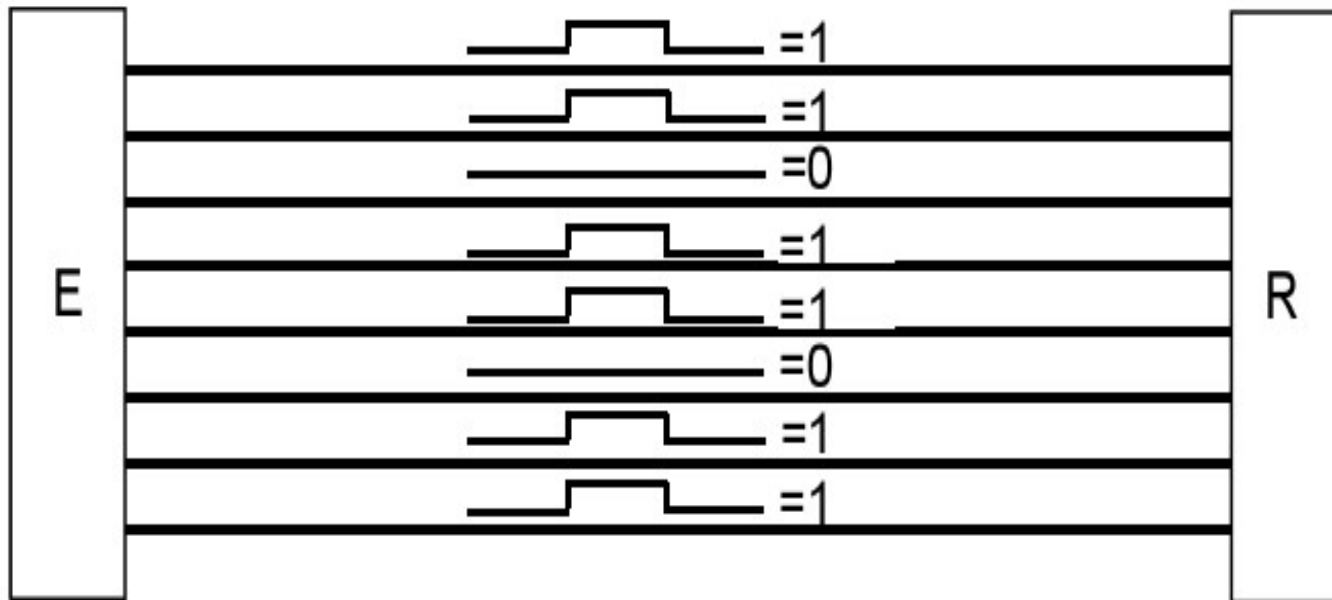
- ❖ **Transmission parallèle**
- ❖ **Transmission série**
- ❖ **Transmission synchrone**
- ❖ **Transmission asynchrone**

Transmission parallèle

- Pour transférée des données entre deux équipements informatiques, il peut être intéressant notamment lorsque ces équipements sont séparés par une courte distance, d'envisager une transmission en parallèle, Dans ce type de transmission, les bits sont envoyés sur des fils métalliques distincts pour arriver ensemble à destination, par exemple pour transmettre un octet, on émet huit signaux sur huit fils différents.
- Ce type de transmission aura pour effet :
 - ▣ De réduire le délai de transfert
 - ▣ D'avoir une grande vitesse de transmission (débit).

Transmission parallèle

9

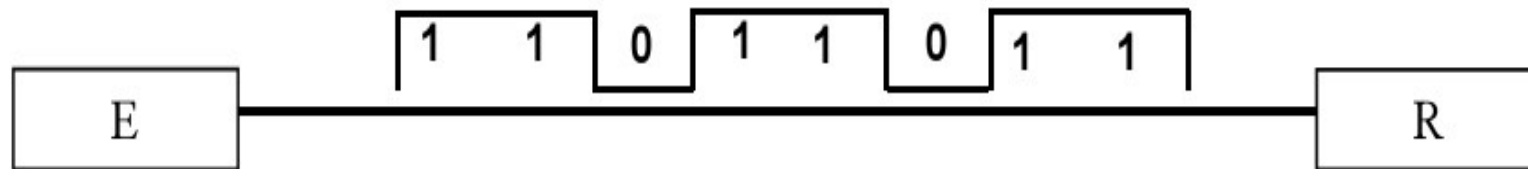


Transmission parallèle

Transmission série

10

- On utilise la transmission en série où les bits sont envoyés les uns derrière les autres sur un unique support de transmission.

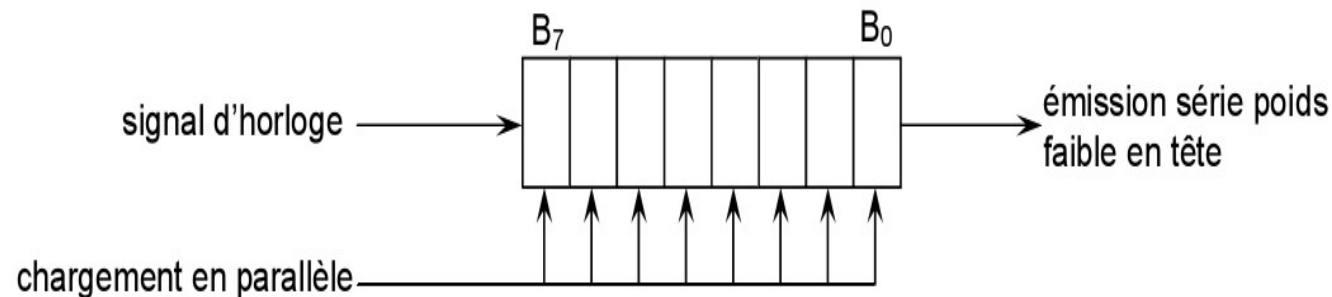


Transmission série

Conversion parallèle série

11

- A la sortie de l'organe traitant l'information (ordinateur), les éléments binaires se présentent en parallèle (par exemple en octet). Toutefois, lorsque ces données binaires arrivent sur un canal de transmission leur signal doit changer, il faut disposer donc d'un appareillage qui réalise la conversion de la forme parallèle à la forme série.

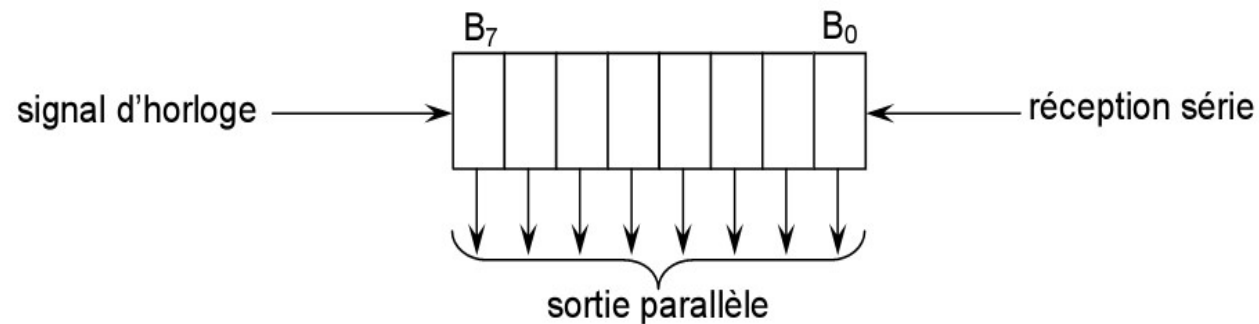


Conversion parallèle série

Conversion série parallèle

12

- A la réception, le processus inverse doit être prévu, les données arrivant en série, il faut les remettre en parallèle pour les traiter.



Conversion série parallèle

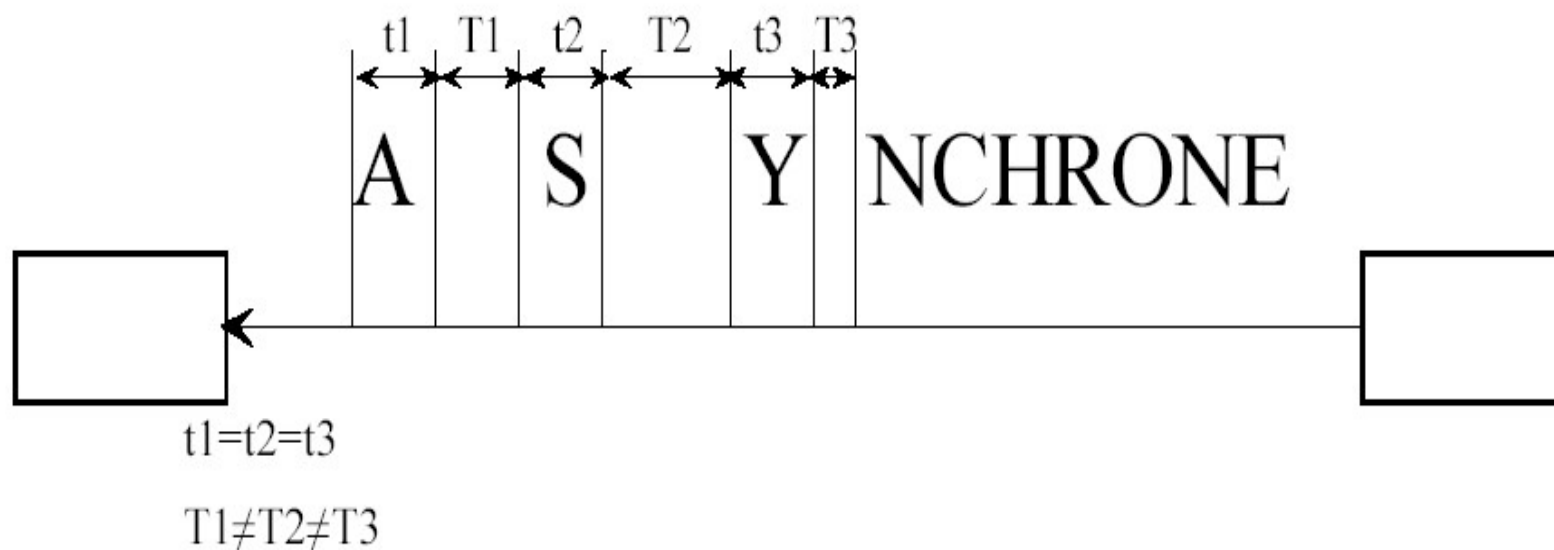
Transmission asynchrone

13

- Dans une transmission asynchrone, les caractères sont émis de façon irrégulière. Pour une transmission asynchrone,
 - ❖ la source de données produit des caractères à instants aléatoires et indépendants,
 - ❖ nécessite une identification de chaque caractère,
 - ❖ les bits d'un caractère sont entourés de deux autres bits :
 - ⇒ l'élément START indique le début du caractère, déclenche l'horloge du récepteur,
 - ⇒ l'élément STOP dont le durée peut varier (1 à 2 bits) arrête l'horloge du récepteur.

Transmission asynchrone

14



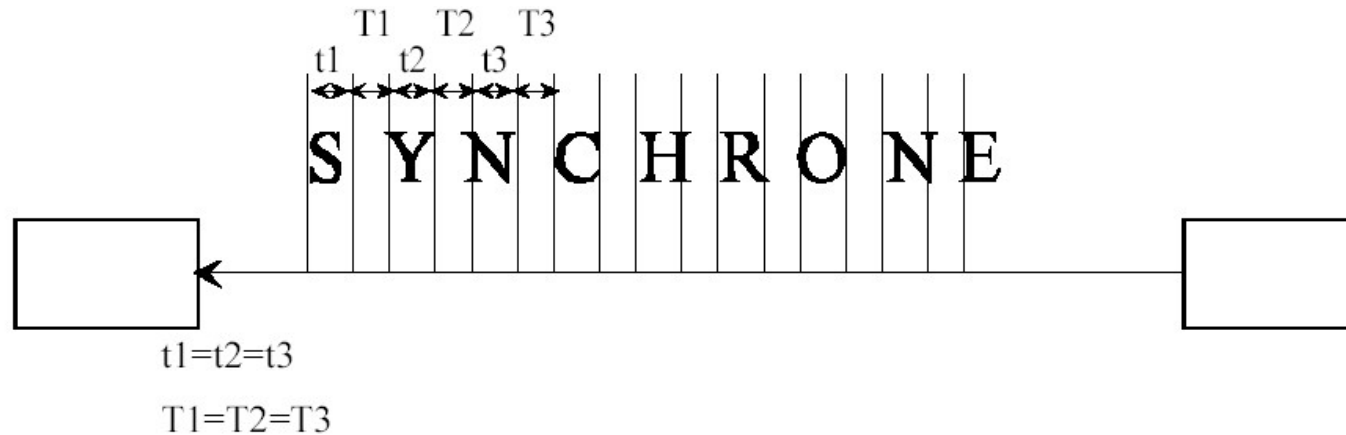
Transmission asynchrone

Transmission synchrone

- Dans une transmission synchrone, les bits sont émis d'une façon régulière. Pour une transmission synchrone:
 - ❖ le temps séparant les instants significatifs d'un signal est un multiple entier de T ,
 - ❖ l'émetteur et le récepteur se mettent d'accord sur un intervalle de temps identique,
 - ❖ les bits d'une donnée sont envoyés les uns derrière les autres en séquence,
 - ❖ les bits sont synchronisés avec le début des intervalles de temps,
 - ❖ seule méthode utilisée dans le cas de très forts débits.

Transmission synchrone

16



Transmission synchrone

synchronisation 8 bits	Commande 8 bits	Blocs de n caractères de données	Contôle 8 bits
---------------------------	--------------------	----------------------------------	-------------------

Structure type d'un bloc de données en transmission synchrone

Exercice

- Nous voulons transmettre les caractères suivants « MASTER » sur un réseau informatique. La vitesse de ce réseau est de 19200 bits/s, avec une durée inter-trame nulle. Deux possibilités vous sont proposées. Soit une transmission asynchrone, soit une transmission synchrone. Sachant que la transmission s'effectue avec un seul bit de stop et un bit de start, et que le caractère est codé sur 8 bits.
- Pour les deux modes déterminer,
 - ▣ la durée de la transmission.
 - ▣ l'efficacité de la transmission.

Exercice

18

- Comparaison des deux **modes de** transmission
 - ▣ Comparer la durée des transmissions.
 - ▣ Comparer l'efficacité des transmissions.
- Même questions si au lieu de transmettre le mot « MASTER » nous transmettons la phrase
« ;;;;;; »
- Déterminer à partir de combien de caractère le mode synchrone est plus rapide ou plus efficace que le mode asynchrone.

Définitions et appellations

19

- **Valence V :**
 - est le nombre de symboles discernables utilisés par le signal. Si la valence vaut v alors chaque symbole code $\log_2 v$ bits.
 - Exemple : avec 4 valeurs d'amplitude (on dit que la valence vaut 4), on peut coder 00, 01, 10, 11, soit deux bits par changement d'amplitude (i.e. $L = \log_2 4 = 2$).
- ***débit binaire D***
 - se définit comme étant le nombre de bits transmis par seconde. Il sera égal ou supérieur à la rapidité de modulation selon qu'un changement d'état représentera un bit ou un groupement de bits. Le "débit binaire" $D=1/T_b$ s'exprime en "bits par seconde".

Définitions et appellations

20

□ rapidité de modulation R

se définit comme étant le nombre de changements d'états par seconde d'un ou de plusieurs paramètres modifiés simultanément.

Un changement de phase du signal porteur, une excursion de fréquence ou une variation d'amplitude sont par définition des changements d'états. La "rapidité de modulation" $R=1/T$ s'exprime en "bauds".

□ Comme $T = \log_2(v) \cdot T_b$, on a : $R=D/\log_2(v)$

V	D
2	$D=R$
3	$D=1.538R$
4	$D=2R$

Définitions et appellations

21

- **Rapidité maximale**
 - **Le Théorème de shannon** : la rapidité maximale de modulation R_{\max} est liée à la bande passante W d'un canal de communication par la relation : $R_{\max} = 2 W$
 - **Par exemple**, pour le téléphone analogique, qui transmet la voix filtrée entre 300 et 3400 Hz, $W = 3100$ Hz et $R_{\max} = 6200$ bauds.

Définitions et appellations

22

□ débit maximal

Pour un signal bivalent le débit max est $D_b \max = 2.W$ en bits / s.

On sait aussi que pour passer L bits dans un symbole de durée T_s , il faut utiliser 2^L niveaux, c'est-à-dire un codage de valence $V = 2^L$ ($T_s = L.T_b$).

Par conséquent, pour un signal portant L bits la capacité en bits par seconde, le débit binaire D_b vaut : $D_b \max = 2.L. W$ en bits / s.

Définitions et appellations

23

En introduisant la valence V liée à la taille du symbole L ($L = \log_2 V$), on obtient :

$$D_b \text{ max (bits/s)} = 2 \cdot W \cdot \log_2 V.$$

Il apparaît, du moins sur le papier, que rien ne limite le débit sur un support de bande passante W à condition d'augmenter la valence !!!!

Définitions et appellations

24

□ *Capacité des supports de transmission*

La *capacité* d'un support de transmission mesure la quantité d'informations Transportée par unité de temps. Les caractéristiques que nous venons de voir fait que la capacité d'un support est limitée.

La valence maximale v_{\max} d'un support de transmission est donnée par la relation de Shannon : $v_{\max} = (1 + S/B)^{1/2}$.

Définitions et appellations

25

La capacité (ou débit binaire maximal) d'un support de transmission représente la quantité d'information maximale transportée par unité de temps :

$$C = D_{\max} = R_{\max} \cdot \log_2(v_{\max}) = W \cdot \log_2(1 + S/B)$$

Où D est le débit (en bit/s), W est la bande passante du support (en Hz), la base 2 du logarithme sert à exprimer la quantité d'informations en bits et S/B est le rapport signal sur bruit (exprimé en valeur et non en dB).

Définitions et appellations

26

- *L'efficacité spectrale d'une modulation* se définit par le paramètre $\eta = D/Ws$ et s'exprime en "bit/seconde/Hz".
 - La valeur D est le "débit binaire"
 - Ws est la largeur de la bande occupée par le signal modulé.

Pour un signal utilisant des symboles Maires, on aura :

$$\eta = 1 / (T \cdot Ws) \cdot \log_2 M \text{ bit/sec/Hz.}$$

Remarquons que pour Ws et T donnés, l'efficacité spectrale augmente, comme on pouvait s'y attendre, avec le nombre de bit/symbole

$$n = \log_2 M.$$

Types de supports physiques de transmission d'une information

27

- Les supports de transmissions sont les éléments permettant de faire circuler les informations entre les équipements de transmission (émetteur et récepteur).

Types de supports physiques de transmission d'une information

28

- On classe généralement ces supports en trois catégories, selon le type de signal (grandeur physique) qu'ils permettent de faire circuler :
 - ▣ *les supports filaires* permettent de faire circuler une grandeur électrique sur un câble généralement métallique ;
 - ▣ *les supports aériens* désignent l'air ou le vide, ils permettent la circulation d'ondes électromagnétiques;
 - ▣ *les supports optiques* permettent d'acheminer des informations sous forme lumineuse.

Selon la portée du signal à transmettre on choisie le type de support de transmission.

Caractéristiques des supports de transmission

29

Caractéristiques communes à tout support à prendre en compte :

- ▣ *bande passante*
- ▣ *SNR*
- ▣ *affaiblissement*
- ▣ *déphasage*
- ▣ *bruit*

La bande passante W

- La bande passante est la principale caractéristique d'une voie de transmission (câble, fibre optique, etc.). c'est l'intervalle de fréquences à l'intérieur duquel les signaux seront correctement transmis.
- La bande passante est la bande de fréquences dans laquelle les signaux appliqués à l'entrée du support de transmission ont une puissance de sortie supérieure à un seuil donné après traversée du support.

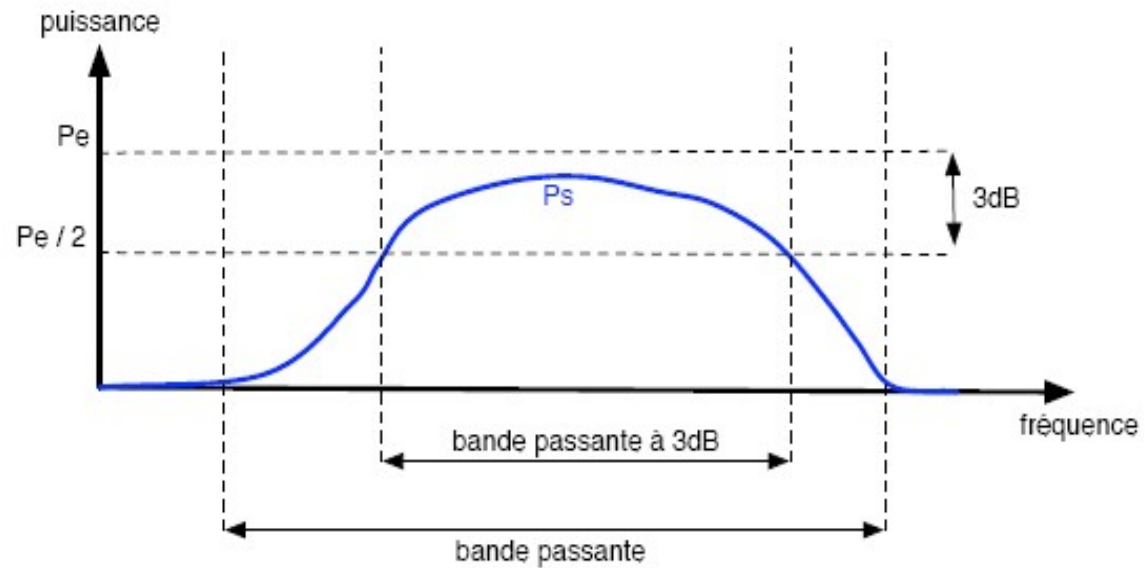
La bande passante W

En général, on caractérise un support par sa bande passante à 3 dB (décibels), c'est-à-dire par la plage de fréquences à l'intérieur de laquelle la puissance de sortie est, au pire, divisée par deux. Si on note P_s la puissance de sortie et P_e la puissance d'entrée, l'affaiblissement A en décibels est donné par la formule :

$$A = 10 * \log_{10} \left(\frac{P_s}{P_e} \right); \text{ pour } \frac{P_s}{P_e} = 1/2, \text{ on trouve: } A \\ = 3dB$$

La bande passante W

32



Bande passante à 3 dB

Rapport signal sur bruit

33

- Connaître la puissance du bruit B n'a un intérêt que si on peut la comparer à celle du signal P_s et en déduire son impact sur la dégradation du signal. C'est pourquoi on utilise généralement un rapport de puissance appelé rapport signal sur bruit (Signal Noise Ratio) :

$$SNR = \frac{P_s}{N}$$

Rapport signal sur bruit

34

- Le rapport signal sur bruit se rapporte toujours au niveau nominal du signal. Le plus souvent, celui-ci est exprimé en dB.

$$SNR (dB) = 10 \log_{10} \left(\frac{P_s}{N} \right)$$

- Celui-ci va donc permettre d'apprécier la qualité d'un signal et déterminer la sensibilité d'un dispositif pour une densité spectrale du bruit donnée.

Cas d'un signal numérique - Rapport signal à bruit par bit

35

- Les signaux numériques sont sensibles au bruit, mais ne sont pas aussi sensibles que les signaux analogiques. Contrairement à un signal analogique, la qualité d'un signal numérique ne se mesure pas à la distorsion du signal, mais à la possibilité pour un circuit digital de détecter correctement l'état binaire transmis.

Cas d'un signal numérique - Rapport signal à bruit par bit

36

- Le rapport signal à bruit et le rapport signal à bruit par bit sont reliés par l'équation suivante :

$$\frac{S}{N} = \frac{E_b}{N_0} * \frac{F_b}{B}$$

S : puissance du signal (W)

N : puissance du bruit (W)

E_b : énergie par bit (W.s/bit)

N_0 : densité spectrale de bruit (W/Hz)

F_b : débit binaire (bits/s)

B : bande passante du canal de transmission (Hz)

Brouillage ou interférences

- Le terme brouillage ou interférences signifie qu'un signal parasite de puissance non négligeable émis à la même fréquence que le signal utile peut perturber la transmission sur le canal, en dégradant le rapport signal à bruit ou en introduisant des distorsions. On trouve 2 types d'interférences :
 - L'interférence due à la présence simultanée d'autres utilisateurs soit sur le même canal de transmission.
 - Le brouillage intentionnel (activité militaire, volonté de perturber une communication gênante). Seules les communications radio peuvent être brouillées, les communications par fibre optique restent inviolables.

Effets des perturbations

38

□ Affaiblissement

- Un canal de transmission atténue (affaiblit) l'amplitude du signal qui le traverse. Le phénomène d'atténuation correspond à une *perte d'énergie du signal* pendant sa propagation sur le canal, est *s'accentue* avec la longueur de celui-ci. L'affaiblissement A (en dB) d'un signal est donné par la formule suivante :

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

- Pour que $A < 3\text{dB}$, il faut donc que $P_s > P_e/2$. Où P_s est la puissance du signal à la sortie du canal et P_e la puissance du signal à l'entrée du canal.

Effets des perturbations

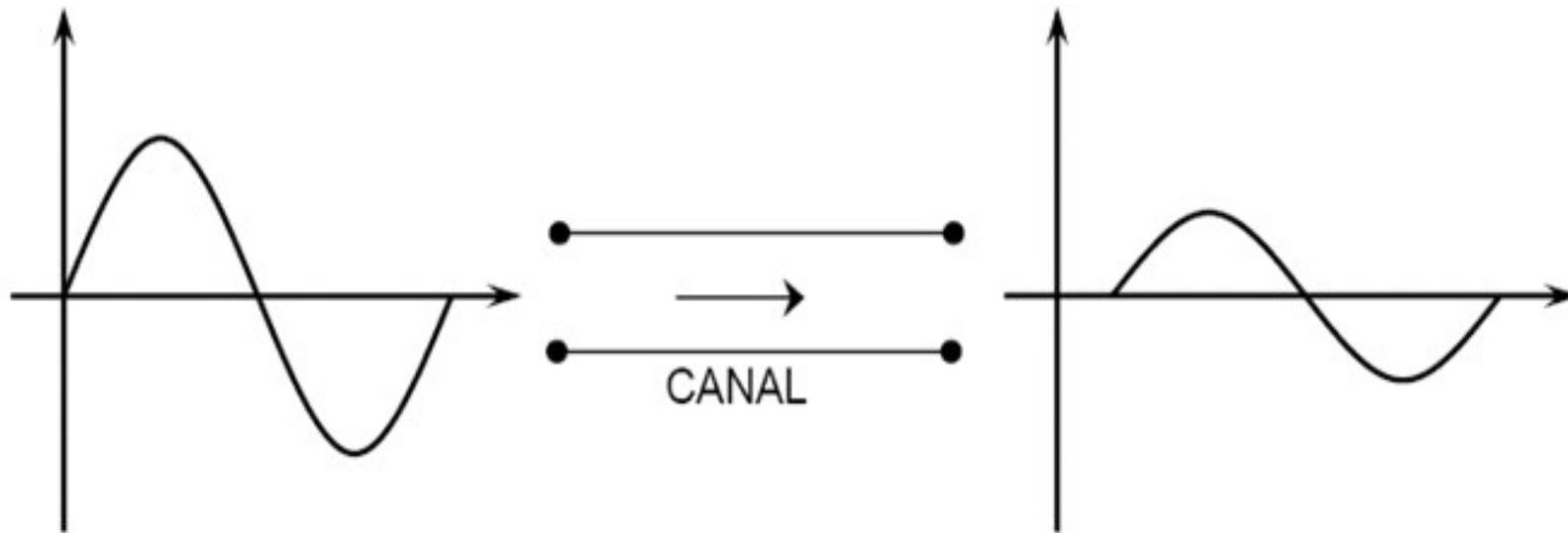
39

□ Déphasage

- Déphasage, encore appelé distorsion de phase, implique un retard du signal reçu par rapport au signal émis dû au temps de propagation de ce signal de l'émetteur vers le récepteur

□ Retard de transmission

Retard de transmission dû essentiellement au temps de propagation des ondes électromagnétiques sur un fil ou dans l'espace libre, mais dans certains cas de transmission de données, il peut aussi être dû à des retards de commutation (commutation par blocs).



Bruit

41

- Le bruit est un *signal perturbateur* provenant du canal lui-même ou de son environnement externe. Il est de comportement aléatoire et vient *s'ajouter* au signal véhiculant les informations et provoquer ainsi les *erreurs de transmission*.
- On distingue 3 types de bruit :
 - bruit déterministe (dépend des caractéristiques du support)
 - bruit aléatoire (perturbations accidentelles)
 - bruit blanc (agitation thermique des électrons)

Bruit

42

- Le bruit le plus gênant est évidemment le bruit aléatoire. Il peut modifier notablement le signal à certains moments et produire des confusions entre "0" et "1". Pour cette raison, il faut veiller à ce que la puissance du signal soit supérieure à celle du bruit.

Mesure de Performance de la transmission

43

- *Interférence inter-symbole* : Elle caractérise la qualité de la liaison et l'aptitude du récepteur à discriminer les 0 et les 1 après une transmission qui a altéré et déformé les bits.

Mesure de Performance de la transmission

44

□ *Taux d'erreur binaire*

- Afin de quantifier la dégradation subie par un signal numérique ou de spécifier la qualité que doit atteindre une transmission numérique, on utilise la notion de taux d'erreur binaire ou Bit Error Rate (BER). Il s'agit du taux d'erreur mesuré à la réception d'une transmission numérique, et se calcule à l'aide de l'équation suivante :

$$BER (\%) = \frac{\text{nombre de bits erronés}}{\text{nombre total de bits reçus}}$$

- Par exemple, la norme GSM spécifie un $BER < 1\%$ pour une puissance reçue $> -102\text{dBm}$.