

TRANSMISSION EN BANDE DE BASE

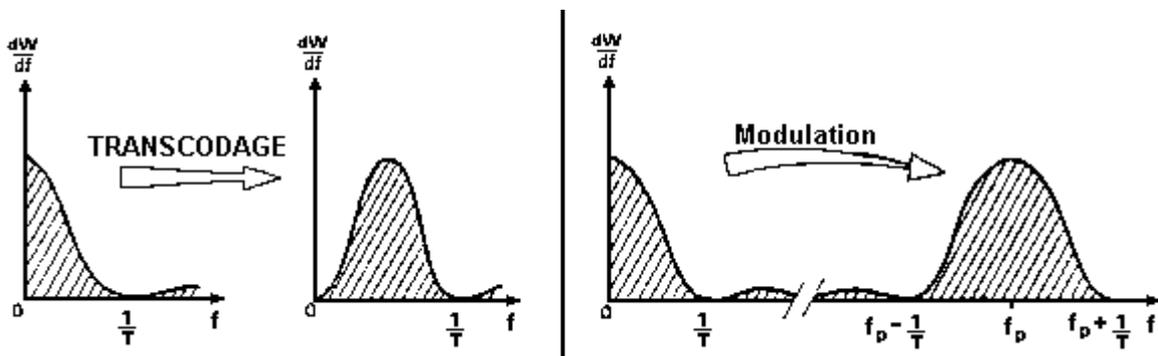
1	CARACTERISTIQUES DE LA BANDE DE BASE	1
1.1	CODAGE.....	2
1.2	DÉBITS.....	2
1.3	SUPPORTS	2
2	CODAGES	2
2.1	CODAGES À DEUX NIVEAUX	2
2.1.1	code NRZ.....	2
2.1.2	code NRZI.....	3
2.1.3	code biphase.....	4
2.1.4	code biphase différentiel.....	4
2.1.5	code de Miller.....	5
2.1.6	code 2.7 RLL.....	5
2.2	CODAGES À 3 NIVEAUX.....	6
2.2.1	code bipolaire.....	6
2.2.2	code bipolaire MLT3.....	6
2.2.3	code bipolaire d'ordre 2.....	6
2.2.4	codes bipolaires haute densité (BHD).....	7
2.3	SPECTRE DES CODAGES USUELS	9
2.4	CODES MULTINIVEAUX.....	10
2.4.1	code 2B1Q.....	10

1 CARACTERISTIQUES DE LA BANDE DE BASE

Un signal électrique, ou optique est caractérisé par sa densité spectrale de puissance (*encombrement spectral*). On peut le transporter dans la bande d'origine avec un éventuel transcodage (*bande de base*) ou effectuer une transposition dans une autre bande de fréquence (*modulation*).

Un signal est dit "**bande de base**" s'il n'a pas subi de transposition en fréquence.

La transmission en bande de base s'avère particulièrement simple et économique pour les signaux synchrones et rapides



1.1 Codage

La transmission directe du message n'est généralement possible que sur de très courtes distances. Un signal à transmettre subira donc un codage plus ou moins élaboré afin d'adapter son spectre au support utilisé : réduction ou suppression de la composante continue, transmission de l'horloge en synchrone ...

- les codages utilisés peuvent être classés selon le nombre de niveaux électriques :
- 2 niveaux : NRZ, biphasés, miller...
 - 3 niveaux : bipolaires, bipolaires haute densité...
 - multi-niveaux : 2B1Q...

1.2 Débits

débit binaire : $D = 1/T$ en bits/s (bps) avec T =durée du bit.

rapidité de modulation : $R = 1/\delta$ en **bauds** avec δ =durée du plus court signal transmis. R exprime le nombre de niveaux transmissibles par secondes.

En synchrone on préfère généralement parler du débit binaire, seuls les codages multi-niveaux permettent $D > R$.

1.3 Supports

- Voie téléphonique : impossible (bande passante, multiplex en fréquence...).
- Câble métalliques : Possible car il n'y a pas de coupure de la bande passante. La portée sera limitée par l'atténuation (*proportionnelle à racine de f*), la vitesse et le type de codage.
- Fibre optique : sans difficultés.

2 CODAGES

2.1 Codages à deux niveaux

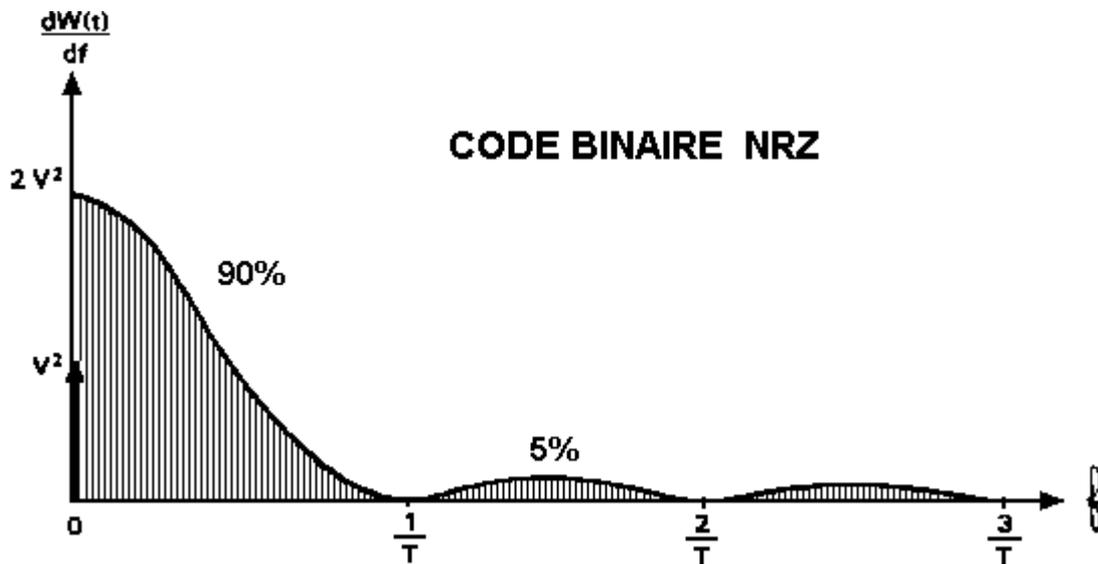
2.1.1 code NRZ

C'est le code le plus simple (*NRZ : Non Return to Zero*), chaque bit est transformé en une ddp **+a** ou **-a** selon sa valeur.

spectre : $\Gamma(f) = a^2 T (\sin \pi f T / \pi f T)^2$

remarque : le spectre étant très élevé à zéro, ce signal est peu adapté aux longues distances.

exemples : V28, V10/V11



2.1.2 code NRZI

C'est une variante du NRZ (*NRZ Inverted*) dans lequel le signal reste identique à la valeur précédente si "1" et devient son contraire si "0". On évite ainsi la nécessité du repérage des fils et le spectre est 2 fois plus étroit. La bande est étroite mais il y a un risque de perte de l'horloge.

exemples : Ce code est utilisé dans le réseau industriel BITBUS.

Sur Ethernet **100 BAS FX** ce codage est précédé d'un précodage 4B/5B qui garantit la présence d'un "0" avec un maximum de 2 "0" consécutifs pour chaque symbole (conservation de l'horloge).

Sur Ethernet **100 BAS T**, NRZI est transformé en MLT3 (voir plus loin).

Sur FDDI on utilise NRZI (avec inversion si "1") après un précodage 4B/5B.

Précodage 4B/5B (4 bits sur un symbole 5 bits) :

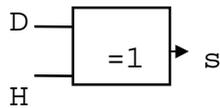
Groupe 4 bits	Symbole 5 bits	Groupe 4 bits	Symbole 5 bits
0000	11110	1000	10010
0001	01001	1001	10011
0010	10100	1010	10110
0011	10101	1011	10111
0100	01010	1100	11010
0101	01011	1101	11011
0110	01110	1110	11100
0111	01111	1111	11101

2.1.3 code biphase

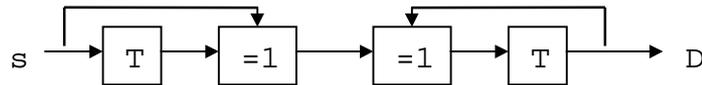
Aussi appelé biphase-L ou Manchester-1, dans ce code $T = 2\delta$

codage : Transition positive au milieu d'un "1" et négative au milieu d'un "0" (éventuellement l'inverse).

codeur :



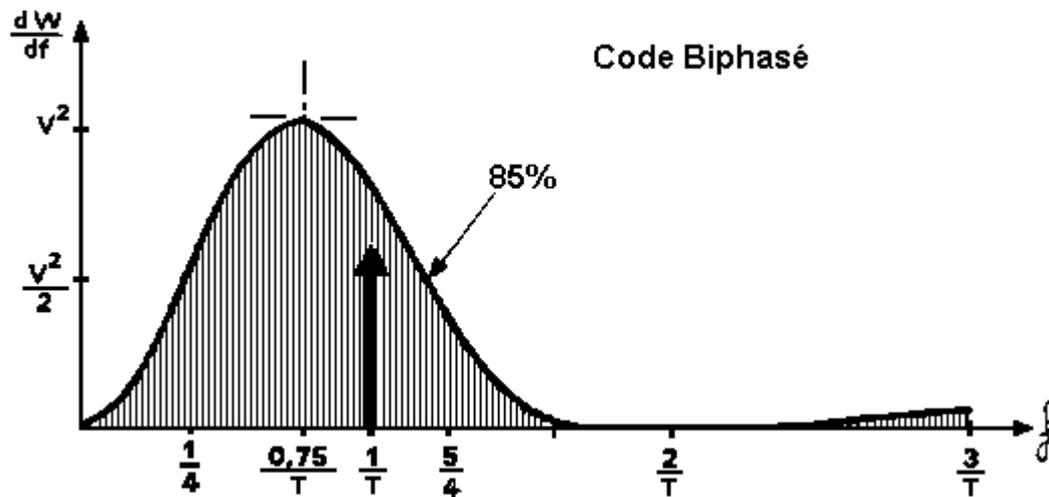
décodeur :



spectre : $\Gamma(f) = a^2 T [\sin \pi f(T/2)]^4 / [\pi f(T/2)]^2$

remarques : spectre étalé et double de la fréquence binaire, le repérage des fils est obligatoire.

exemple : Ethernet sur coaxial avec $a=0,85$ volts.

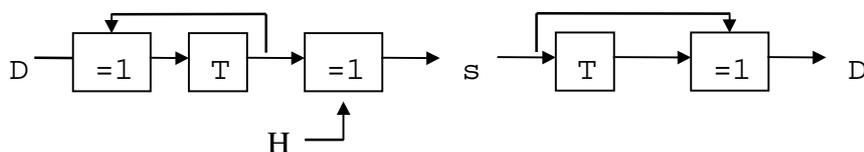


2.1.4 code biphase différentiel

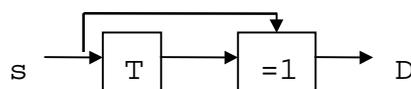
Aussi appelé biphase-M1 ou Manchester-2.

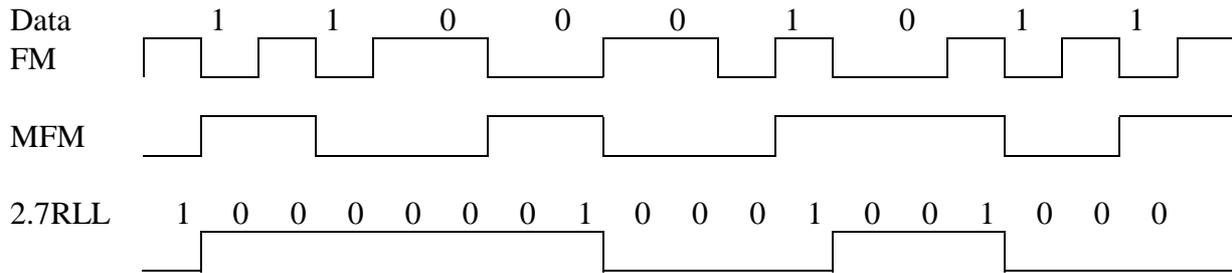
codage : transition en milieu de bit + transition au début de "0".

codeur :



décodeur :





2.2 Codages à 3 niveaux

Dans ces codes bipolaires le signal peut prendre les trois niveaux +a, 0 ou -a. Ils sont aussi appelé AMI (*Alternate Mark Inversion*) et sont adaptés aux longues distances.

2.2.1 code bipolaire

codage : "0" est à 0 volt, "1" alternativement +a ou -a

spectre : $\Gamma(f) = a^2 T \sin^2 \pi f T [\sin \pi f T / \pi f T]^2$
le spectre s'annule à 0 et aux multiples de $1/T$.

exemple : Bus S0 du **RNIS** (avec un codage inversé) pour relier les terminaux à 192kbps sur 800m avec $a=0,75v$.

2.2.2 code bipolaire MLT3

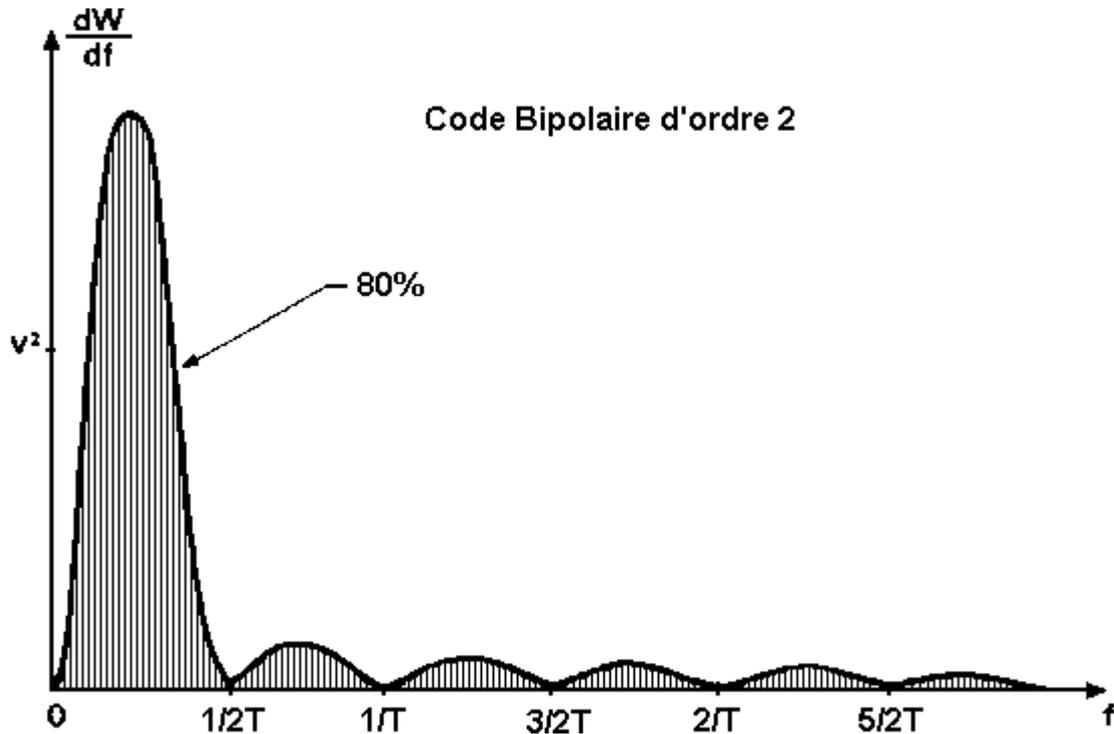
codage : Utilisé en Ethernet **100 BAS T**, on effectue un précodage 4B/5B puis un codage NRZI, enfin le signal +a ("1" du NRZI) est mis à 0 volt, et le -a ("0" du NRZI) devient alternativement +a ou -a . On diminue ainsi le rayonnement parasite. La fréquence maximum (suite de "0" du 4B/5B) donne une période pour 4 bits soit $(100 \text{ Mbps} * 5/4)/4 = 31,25 \text{ MHz}$.

2.2.3 code bipolaire d'ordre 2

Aussi appelé bipolaire entrelacé d'ordre 2

codage : on code séparément les bits d'ordre pair et les bits d'ordre impair en bipolaire puis on additionne.

remarque : spectre deux fois plus étroit que bipolaire.



2.2.4 codes bipolaires haute densité (BHD)

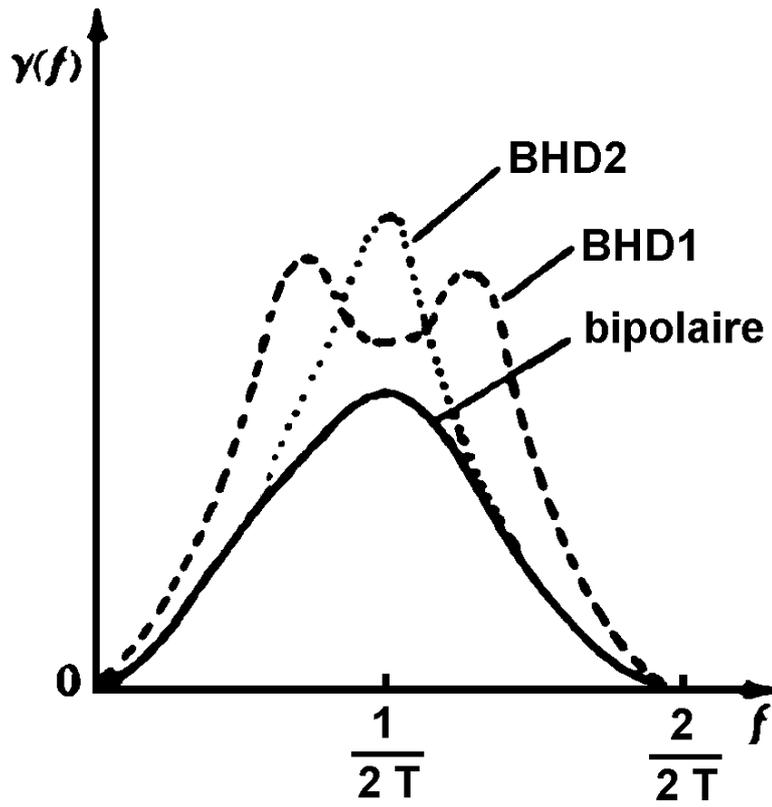
Pour éviter la perte de la synchronisation (*horloge*) lors d'une suite de "0" possible sur une code bipolaire, on remplace ces suites de "0" par suites spéciales avec viol de cycle. Si la suite est de $n+1$ bits on dit que le code est d'ordre n .

codage : idem bipolaire , pour BHD n lorsque l'on atteint $n+1$ "0" consécutifs on provoque un viol de cycle. On ajoute parfois un "1" dans la séquence violée pour ne pas créer une composante continue par les viols successifs.

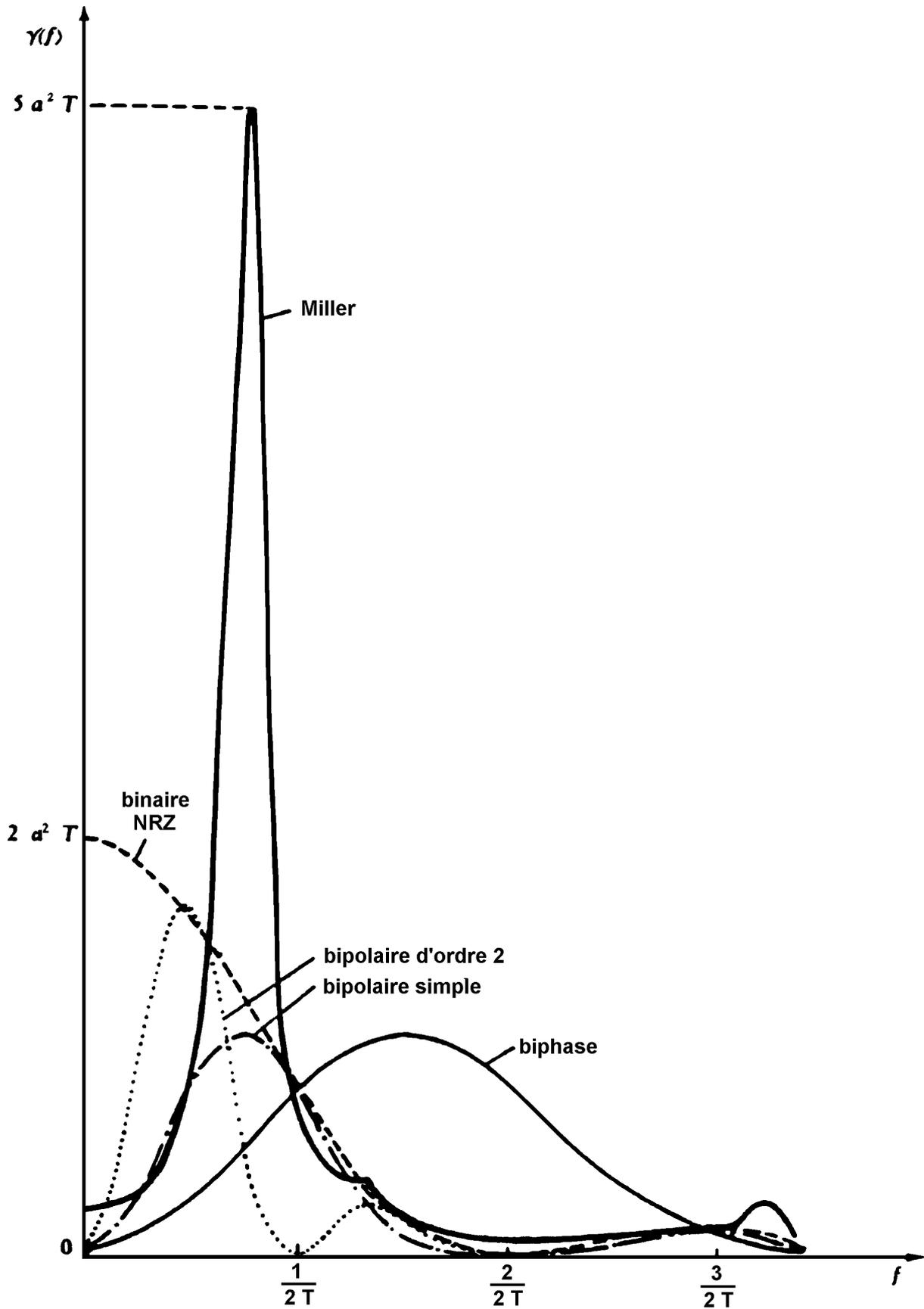
- BHD1 : "00" -> "0V" ou "1V" s'il n'y a pas eu de "1" depuis le dernier viol.
- BHD3 : "0000" -> "000V" si le nombre de symboles $\langle \rangle > 0$ depuis le dernier viol est impair ou "100V" sinon.

décodage : une séquence de $n+1$ bits contenant un viol sera considérée comme une suite de $n+1$ "0".

exemple : BHD3 est utilisé pour les liaisons MIC à 2Mbps reliant un abonné au commutateur (maximum 600m sans répéteur).



2.3 Spectre des codages usuels



2.4 Codes multiniveaux

2.4.1 code 2B1Q

codage : 2 symboles binaires sur 1 symbole Quaternaire ou modulation 4 PAM
(*Pulse Amplitude Modulation*)

Dibit	00	01	10	11
Niveau	-3a	-a	+3a	+a

Exemple : le code 2B1Q, avec $a=0,83\text{volt}$, est utilisé pour relier un abonné RNIS (*accès de base, interface U*) au commutateur à 160kbps duplex sur une seule paire non blindée de 3 à 5 km. L'ETCD possédant un brouilleur, un annuleur d'écho et un filtre adaptatif.

Ce code est l'un de ceux prétendant au HDSL (*High bit rate Digital Subscriber Line*) c'est à dire le transfert à haut débit (2Mbps) sur une ligne d'abonné numérique ordinaire.

