

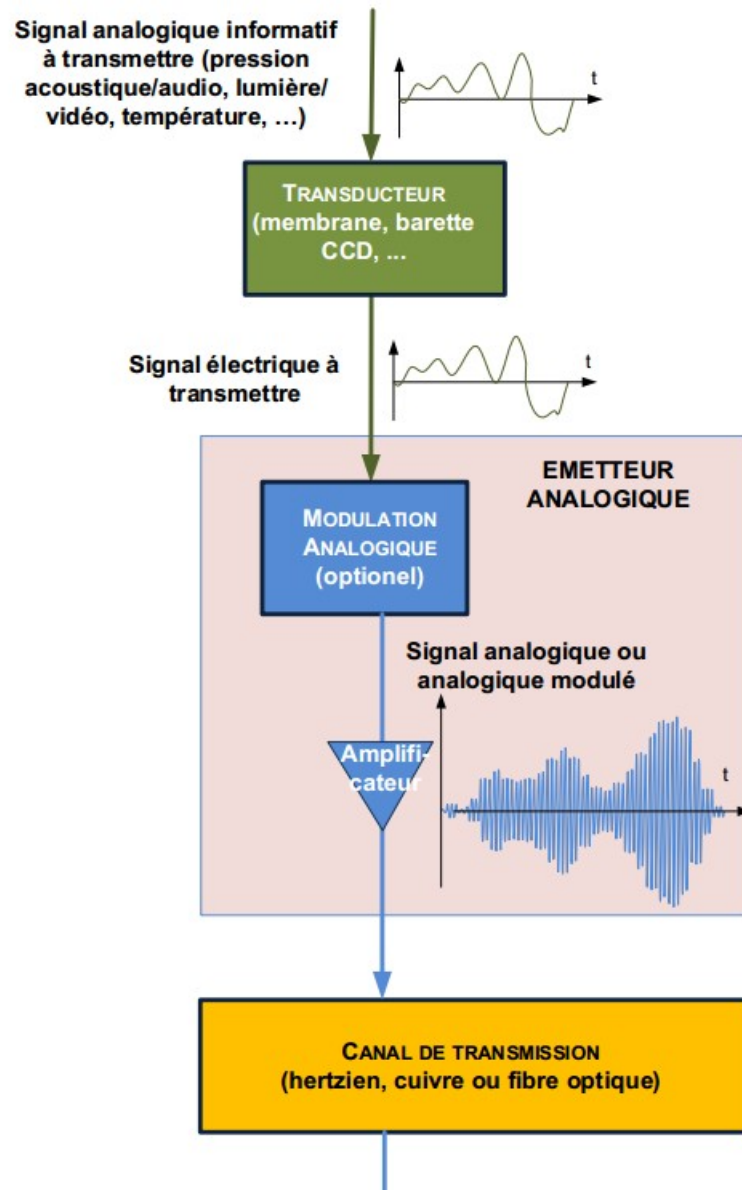
Ressource R 305

Chaînes de transmissions numériques

Analogique vs numérique ?

- En transmission analogique, l'information transmise est analogique ; elle résulte de la variation continue d'un phénomène physique comme le son ou la température.
- En transmission numérique, l'information transmise est composée de données qui ne peuvent prendre qu'un nombre fini de valeurs possibles appelées symboles appartenant à un alphabet.

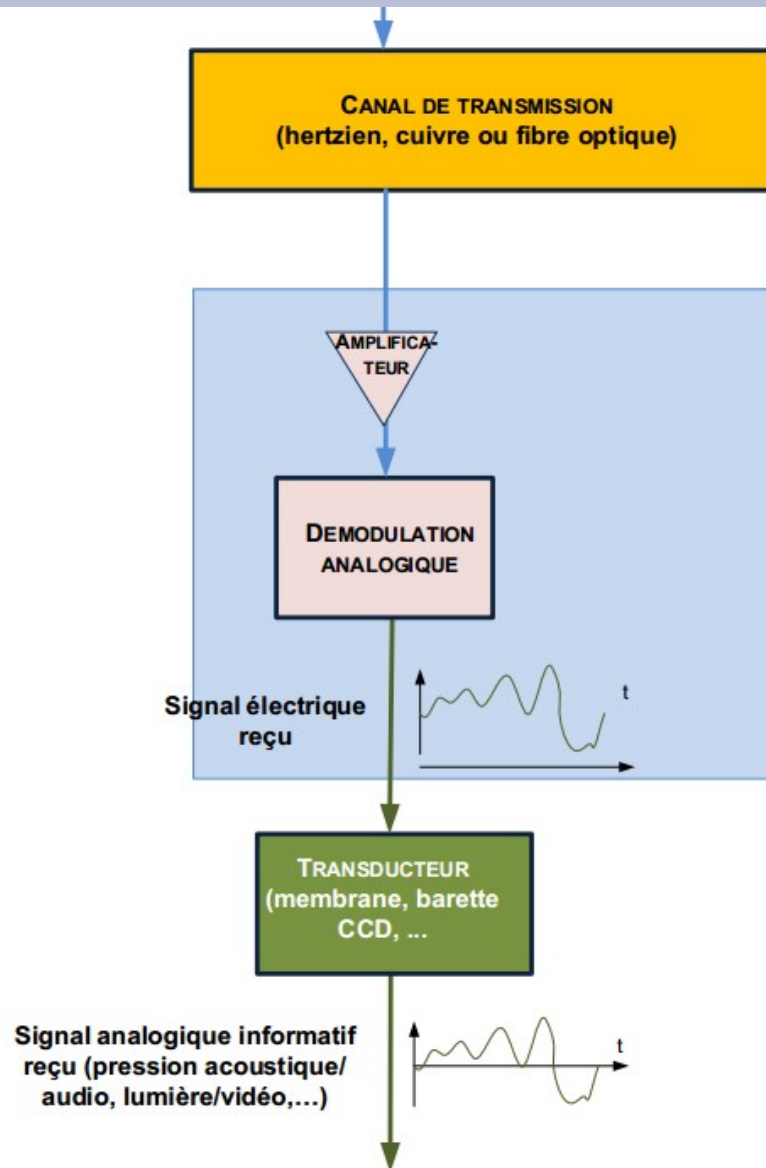
Analogique vs numérique ?



Chaîne de transmission analogique simplifiée.

Partie émetteur.

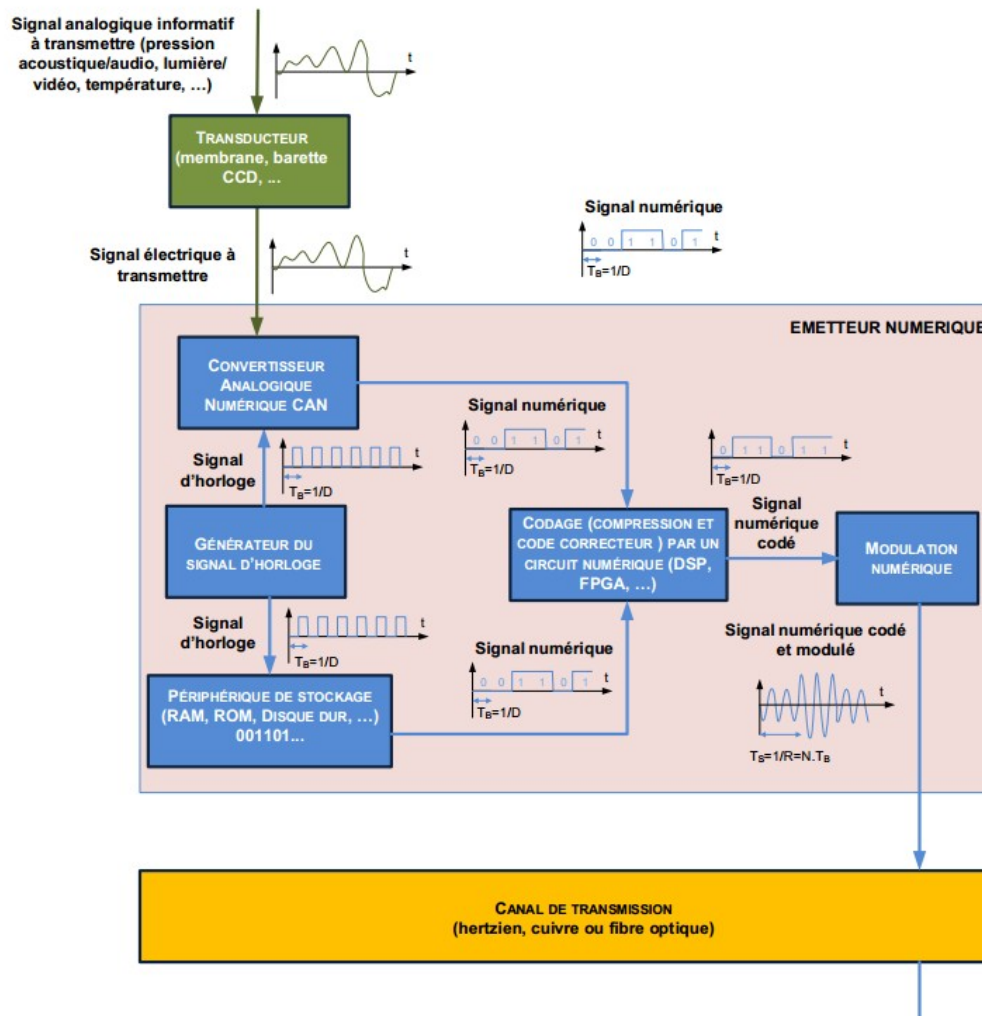
Analogique vs numérique ?



Chaîne de transmission analogique simplifiée.

Partie récepteur.

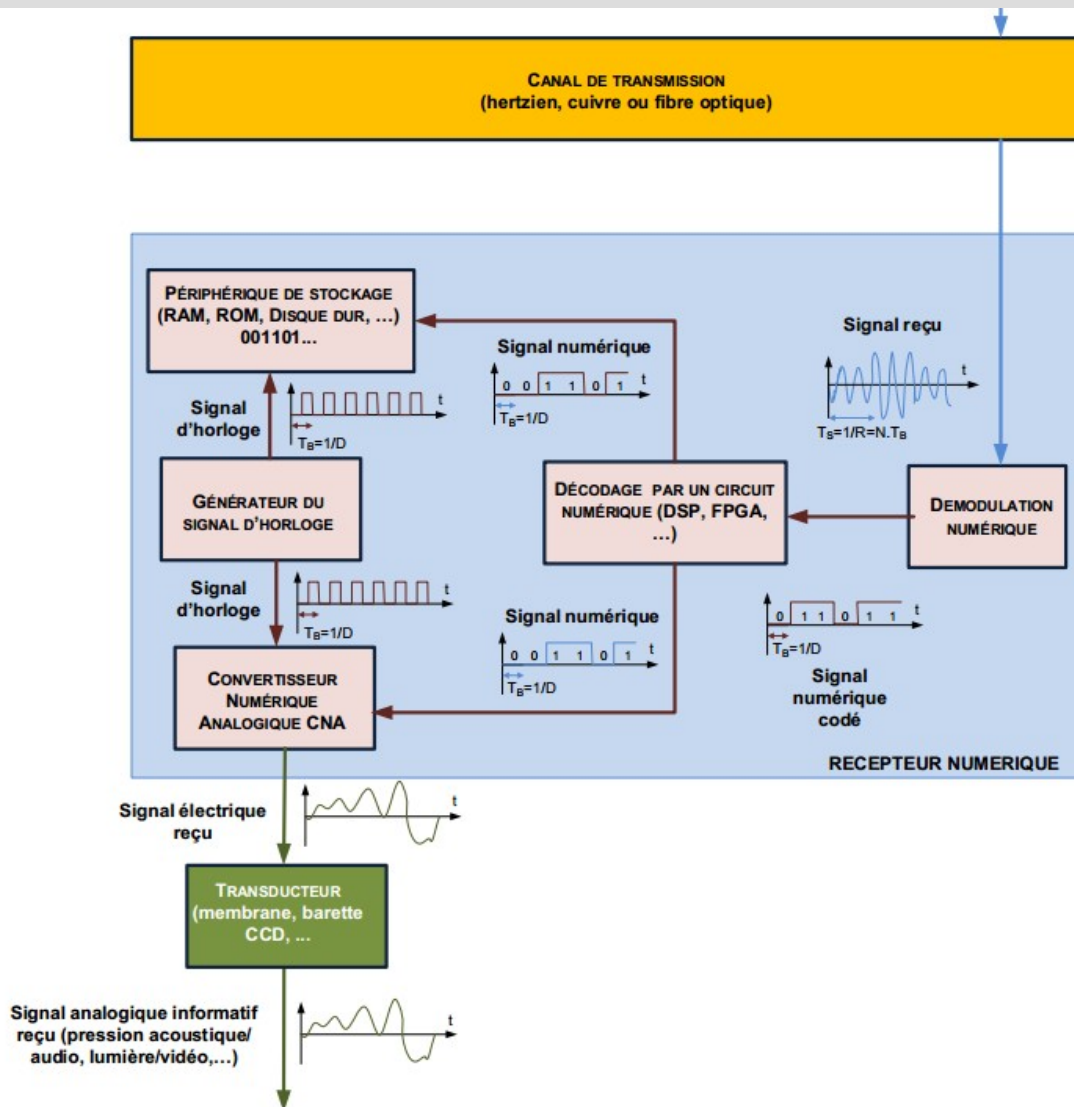
Analogique vs numérique ?



Chaîne de transmission numérique simplifiée.

Partie émetteur.

Analogique vs numérique ?



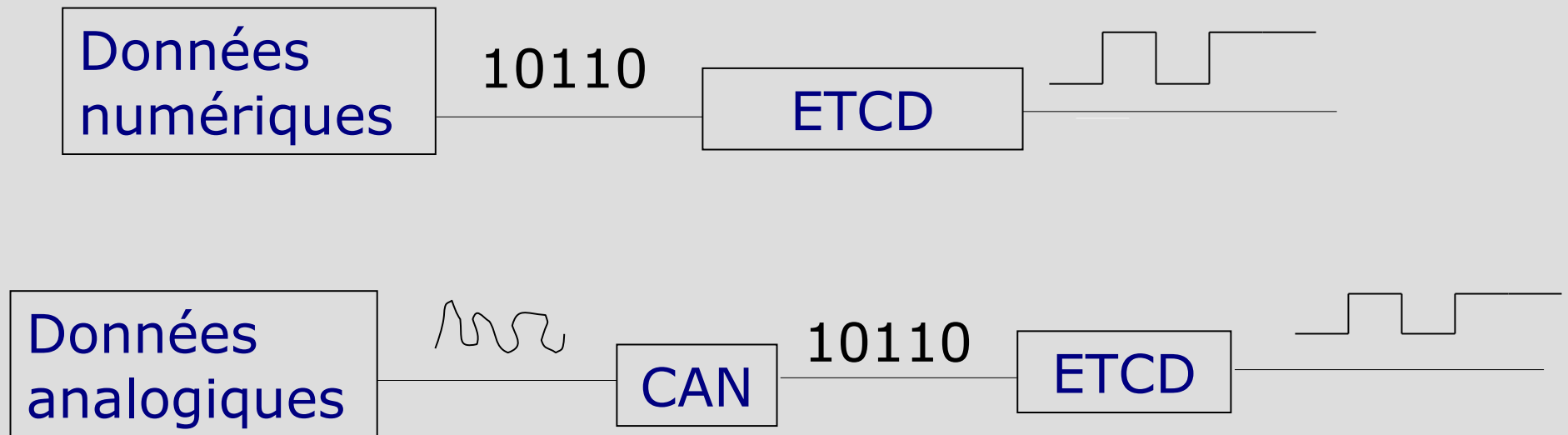
Chaîne de transmission numérique simplifiée.

Partie récepteur.

Pourquoi numérique ?

- Le signal transmis transportant l'information numérique va être déformé et bruité pendant sa transmission sur le support.
- Le récepteur devra donc décider de la forme d'onde la plus probablement émise par l'émetteur et pourra, s'il ne se trompe pas dans sa décision, reconstituer **exactement** le signal numérique émis.
- Si le récepteur s'est trompé sur la forme d'onde, il y aura alors une erreur sur l'information binaire transmise.

Chaîne de transmission



Équipement de
Terminaison de
Circuit de
Données

Partie I

Mise en forme

Mise en forme

- Dépend du canal de transmission utilisé ;
 - Transmission filaire ;
 - Transmission par ondes hertziennes ;
 - Transmission par Fibre Optique.

Mise en forme

- Dépend du canal de transmission utilisé ;
 - Transmission filaire, le signal transmis est un signal électrique, la bande passante du canal est de la forme $[0, f_{\max}] \Rightarrow$ transmission en Bande de Base ;
 - Transmission par ondes hertziennes ;
 - Transmission par Fibre Optique.

Mise en forme

- Dépend du canal de transmission utilisé ;
 - Transmission filaire => en Bande de Base ;
 - Transmission par ondes hertziennes, le signal transmis est une onde électromagnétique, la bande passante du canal est de la forme $[f_{\min}, f_{\max}]$ => transmission en Bande Transposée (modulation) ;
 - Transmission par Fibre Optique.

Mise en forme

- Dépend du canal de transmission utilisé ;
 - Transmission filaire => en Bande de Base ;
 - Transmission par ondes hertziennes => en Bande Transposée (modulation) ;
 - Transmission par Fibre Optique, le signal transmis est un signal lumineux, la fréquence est alors autour de $2 \cdot 10^{14}$ Hz.

I.1

Transmission en bande de base

Notions élémentaires

- Un symbole (bit) est représenté par une tension, cette tension est maintenue pendant un certain temps.
- **ITE** : Intervalle de Temps Élémentaire
- **R** : Rapidité de modulation (en Baud)

$$R = \frac{1}{ITE}$$

Classification des principaux codes

	Unipolaire	Bipolaire	AMI
Code NRZ			
Code RZ			
Code Biphasé			

Autres codes

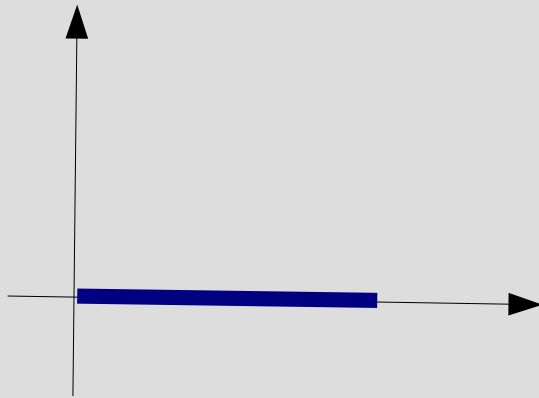
Codes à mémoire

- Code Manchester différentiel
- Code de Miller
- Code HDBn

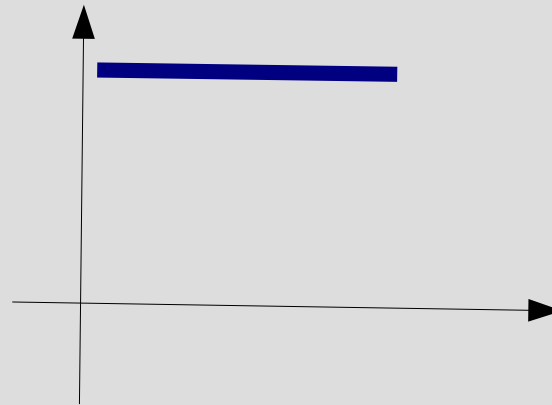
Code NRZ

Non Remise à Zéro

- **NRZ Unipolaire** (un seul niveau de tension)



0

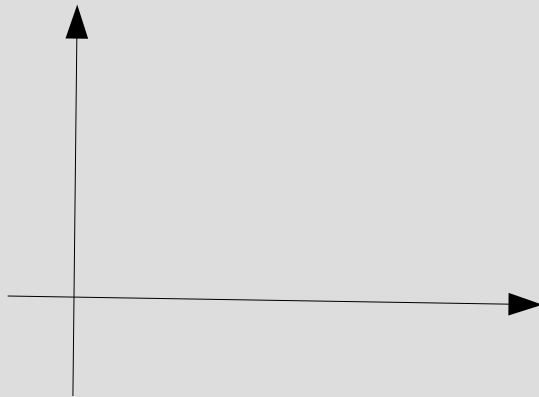


1

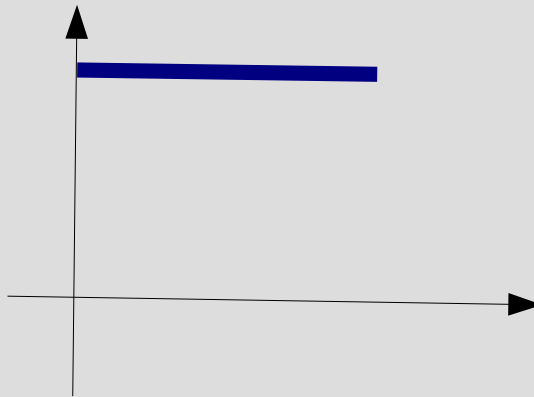
Code NRZ

Non Remise à Zéro

- **NRZ Bipolaire** (deux niveaux de tension)



0

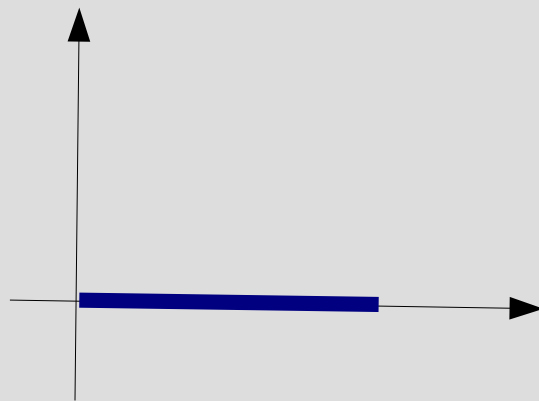


1

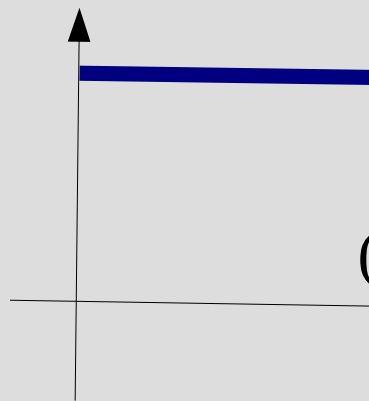
Code NRZ

Non Remise à Zéro

- NRZ AMI (alternatif)

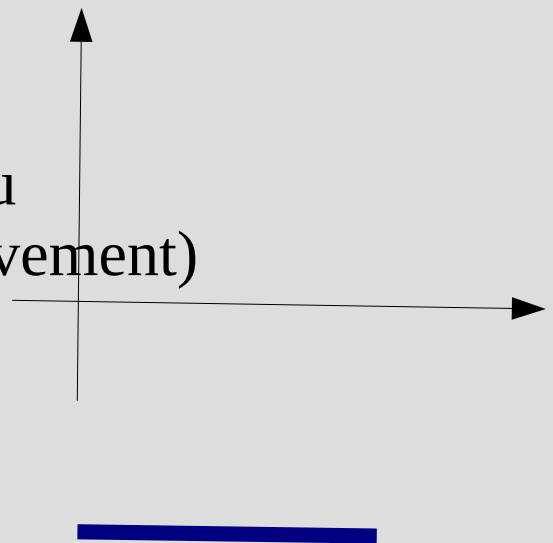


0



1

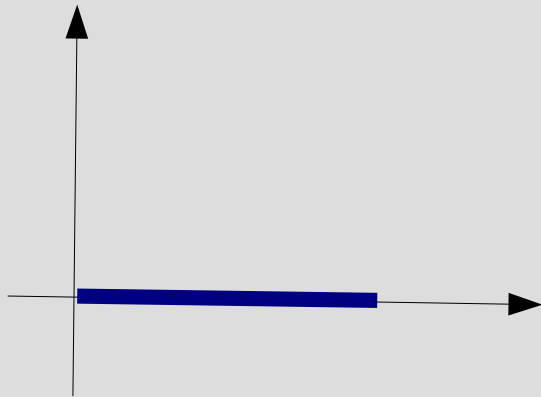
Ou
(alternativement)



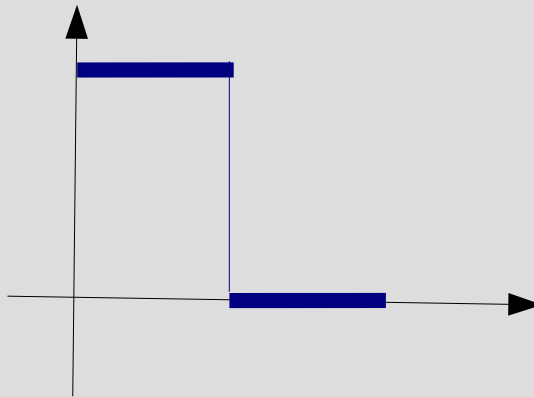
Code RZ

Remise à Zéro

- RZ Unipolaire (un seul niveau de tension)



0

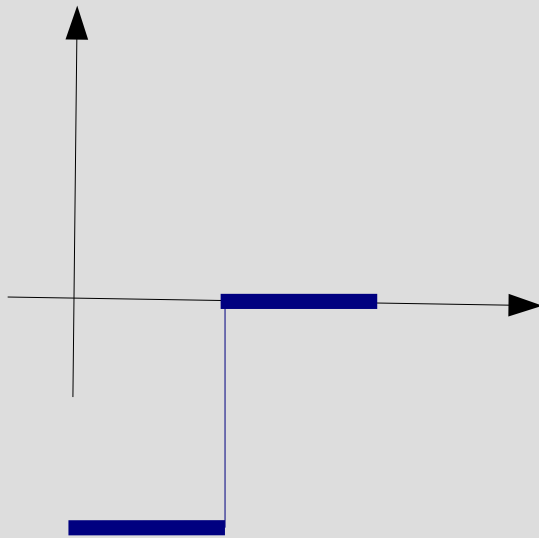


1

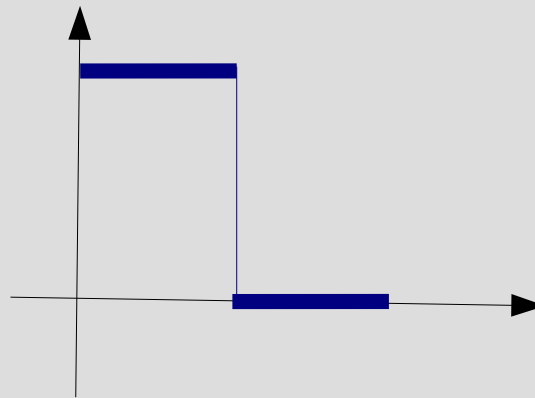
Code RZ

Remise à Zéro

- RZ Bipolaire (deux niveaux de tension)



0

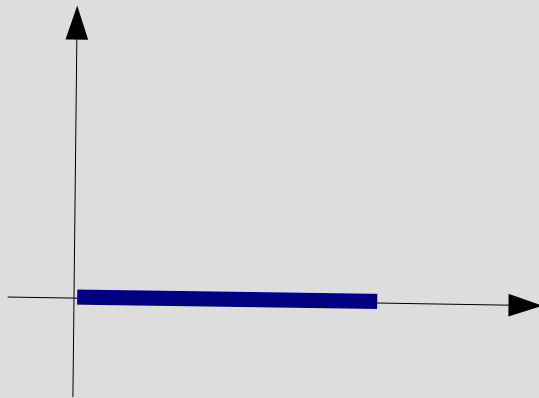


1

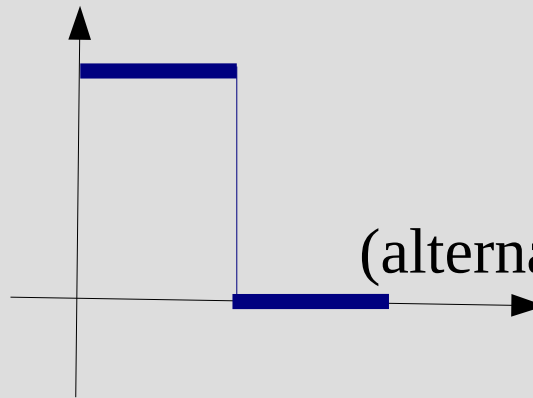
Code RZ

Remise à Zéro

- RZ AMI (alternatif)

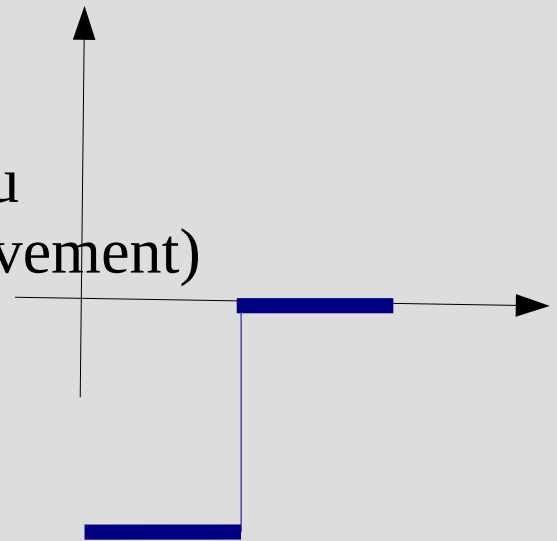


0



1

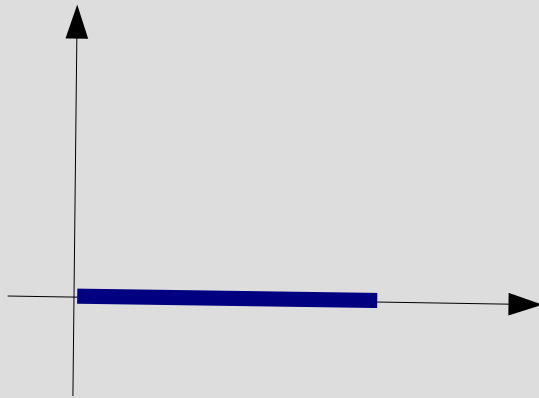
Ou
(alternativement)



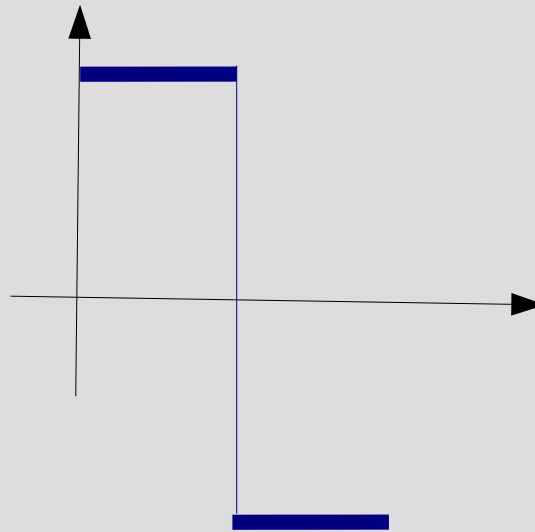
Code Biphase

Changement de niveau de tension pendant l'ITE

- Biphase Unipolaire



0

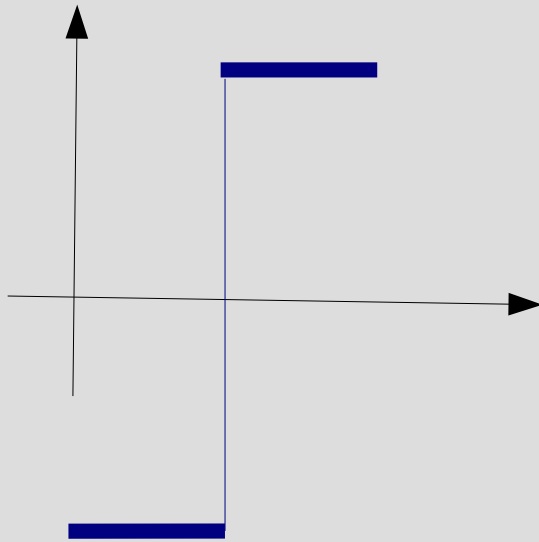


1

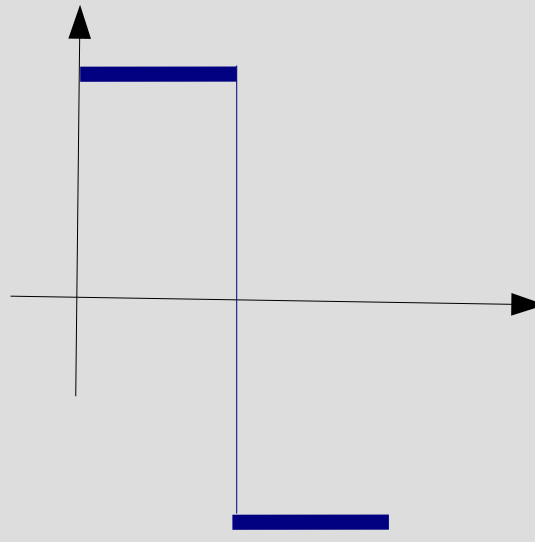
Code Biphase

Changement de niveau de tension pendant l'ITE

- Biphase Bipolaire (Manchester)



0

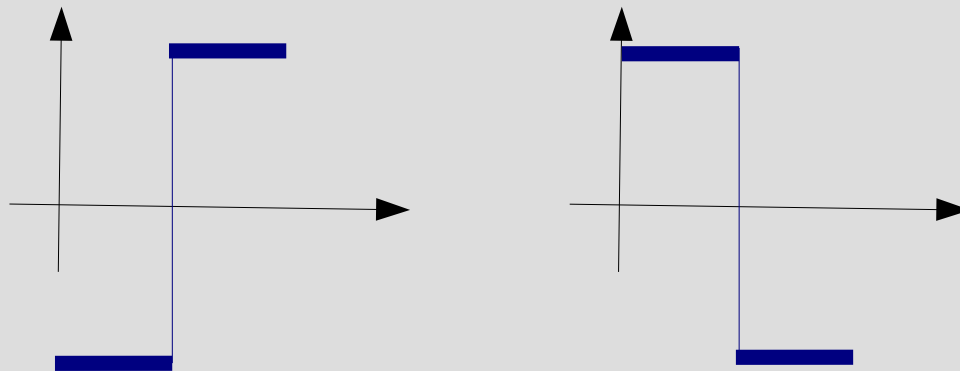


1

Code à mémoire

Manchester Différentiel

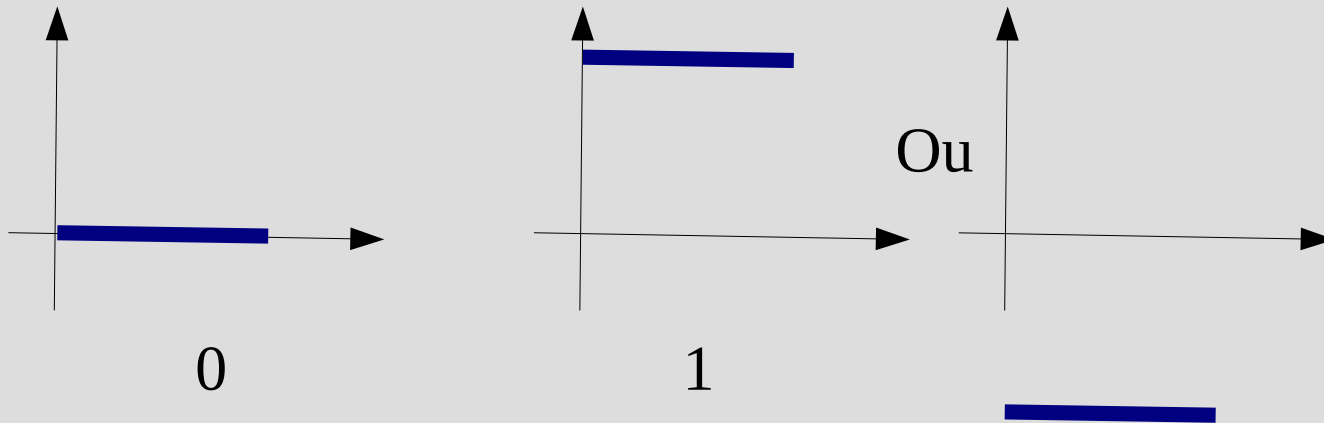
- A partir du code Manchester :



- **0** : même symbole que l'ITE précédent ;
- **1** : symbole opposé au symbole de l'ITE précédent.

Code à mémoire HDB3

- A partir du code NRZ AMI :



- Mais si 4 zéros d'affilé : B00V.

Code à mémoire

HDB3

- Bit de bourrage :
 - s'assure que la valeur moyenne du signal codé est nulle ;
 - il vaut 0, -5 ou +5 de manière à ce que la valeur moyenne du signal, après lui, soit nulle.
- Bit de viol :
 - permet au récepteur de reconnaître la suite de 4 zéros ;
 - viole l'alternance ;
 - donc identique au dernier symbole non nul.

Code à mémoire Miller

- 0 :
 - pas de transition au milieu de l'ITE ;
 - au début de l'ITE, conserve le même niveau de tension si le symbole précédent était un 1 ;
 - ne le conserve pas sinon.
- 1 :
 - transition au milieu de l'ITE ;
 - au début de l'ITE, conserve le même niveau de tension que le symbole précédent.

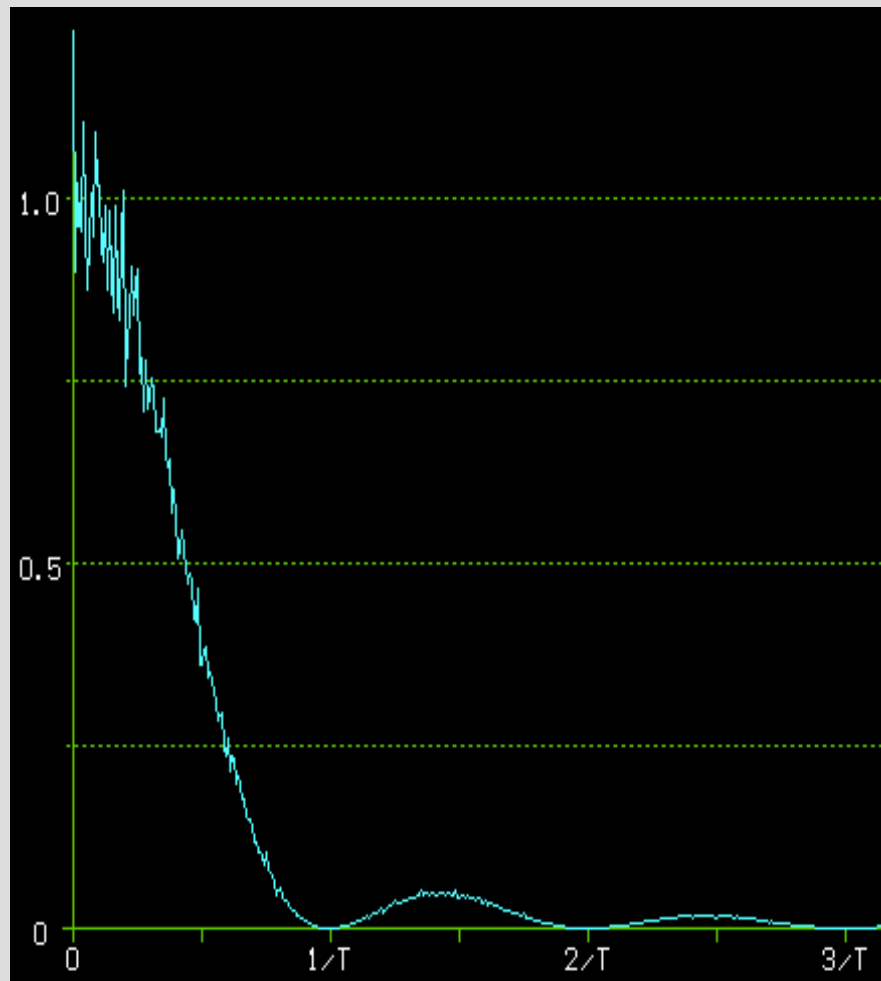
Choix d'un code

- Les critères de choix dépendent principalement du support de transmission ;
- Il dépend aussi de contraintes économiques :
 - facilité de mise en oeuvre,
 - immunité aux bruits.

Choix d'un code

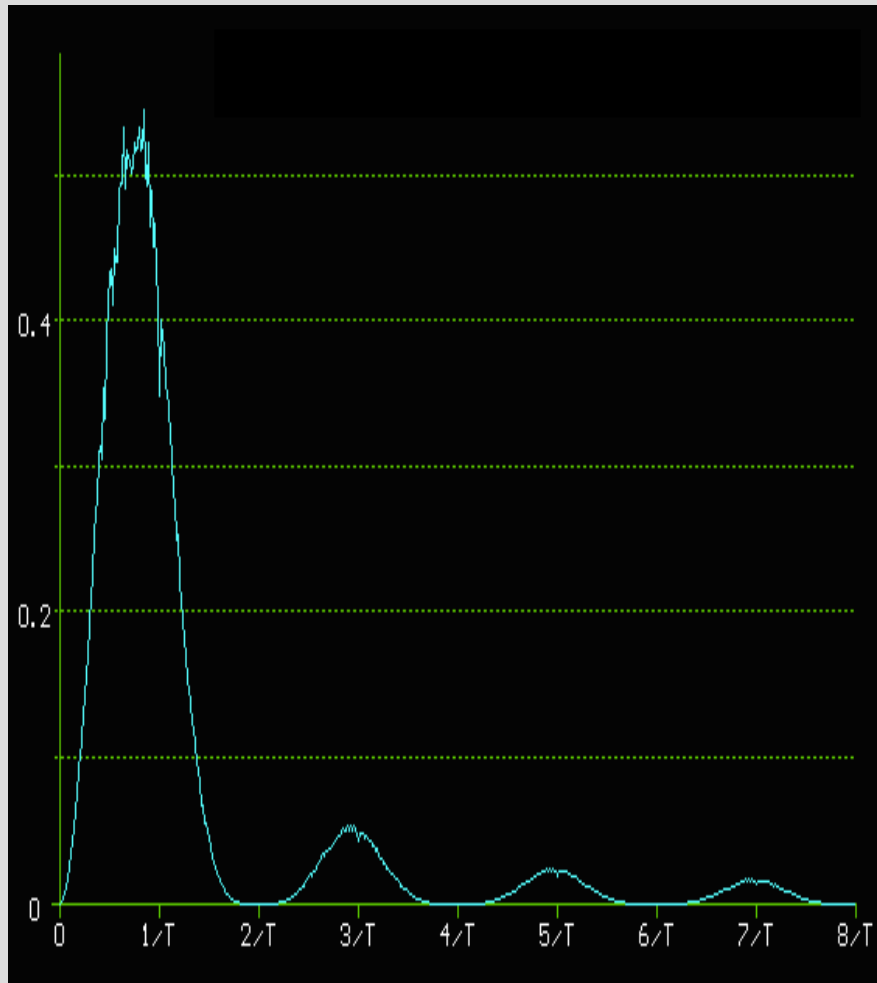
- Dépend principalement de la Bande Passante du canal.
- On étudie donc **la densité spectrale de puissance** du code : répartition moyenne de la puissance en fonction de la fréquence. Elle indique l'occupation spectrale du code.

Densité spectrale de différents codes



- Code NRZ Unipolaire
- Une raie à $f = 0$;
- Pas d'énergie pour $f = R$;
- OS « faible ».

Densité spectrale de différents codes



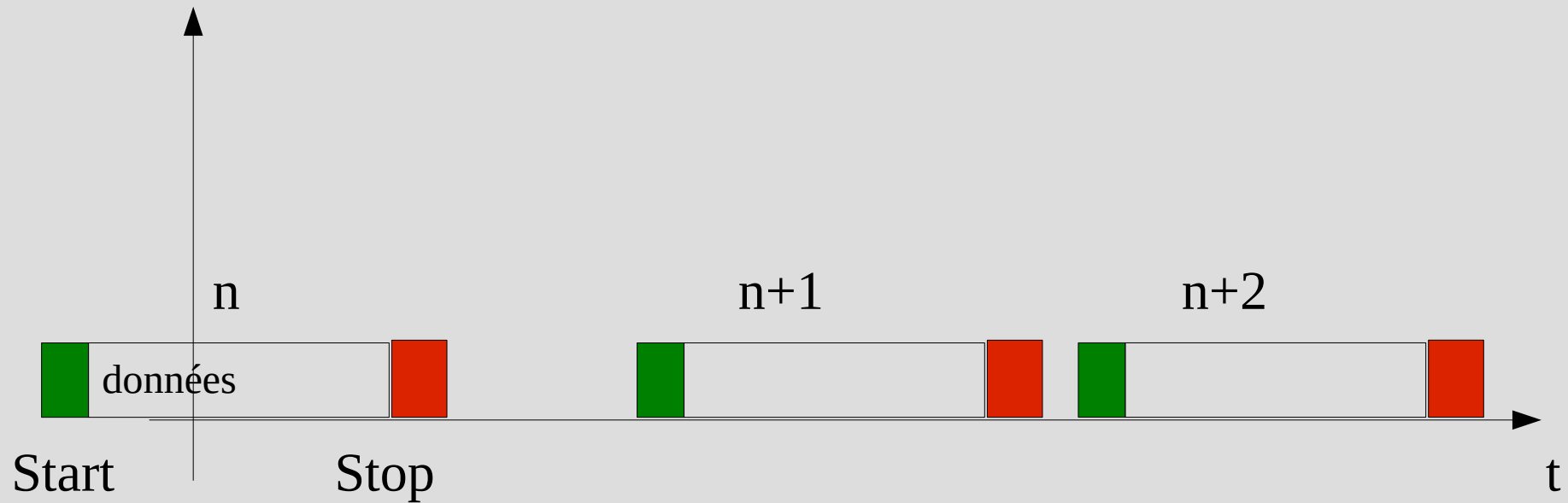
- Code Manchester
- Pas d'énergie à $f = 0$;
- De l'énergie pour $f = R$;
- OS plus large.

Caractéristiques importantes des codes

- Occupation spectrale :
 - largeur de la bande de fréquence occupée,
 - amplitude des composantes basse fréquence et $f = 0$;
- Densité des transitions dans le signal émis : restitution de l'horloge.

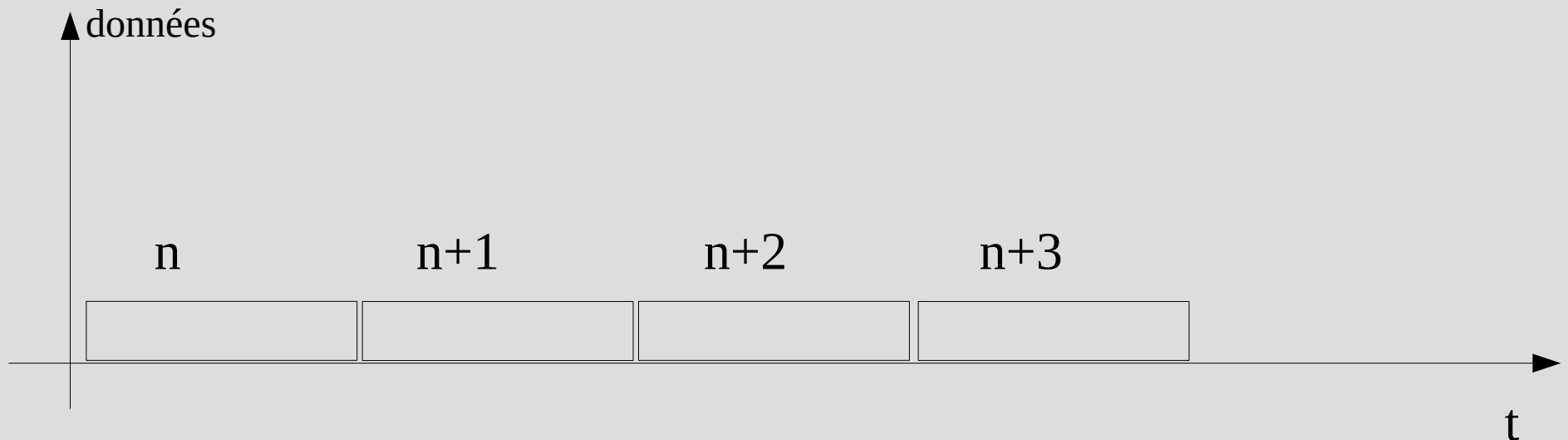
Transmission asynchrone

- Chaque caractère est émis de façon irrégulière dans le temps :



Transmission synchrone

- Émetteur et récepteur sont cadencés à la même horloge :
 - nécessité donc pour le récepteur de « recevoir » l'horloge du signal émis.



Deux critères importants

- P_{BF} : part de la puissance totale contenue entre $f = 0$ et $f = 0.1R$.
- $B_{0,9}$: bande de fréquence qui contient 90% de la puissance totale, comptée depuis $f = 0$.

Caractéristiques principales de quelques codes

Code	NRZ Unip.	NRZ Bip.	NRZ AMI	RZ Unip.	RZ Bip.	RZ AMI	Biphase Unip.	Biphase Bip
P_{BF} Puissance entre 0 et 0,1 R	59,5% <div></div>	19%	1,12%	29,8%	9,58%	0,57%	0,07% <div></div>	0,14%
Bande à 10% de la puissance	Impossible	0,05 R	0,208 R	Impossible	0,1 R	0,262 R	0,546 R <div></div>	0,417 R
$B_{0,9}$ Bande à 90% de la puissance	0,54 R <div></div>	0,85 R	2,29 R	1,58 R	1,7 R	1,73 R	3,05 R <div></div>	3,05 R <div></div>

Codes Utilisés

- NRZ AMI : ligne DS1/T1
- Manchester : liaison Ethernet 10Base5, 10Base2
- Miller : RFID
- HDB3 : RNIS

Bande Passante du canal

- Elle impose la rapidité de modulation du code choisi !
- Que peut-on alors faire si on veut augmenter la vitesse de transmission (le débit de transmission) ?

Valence

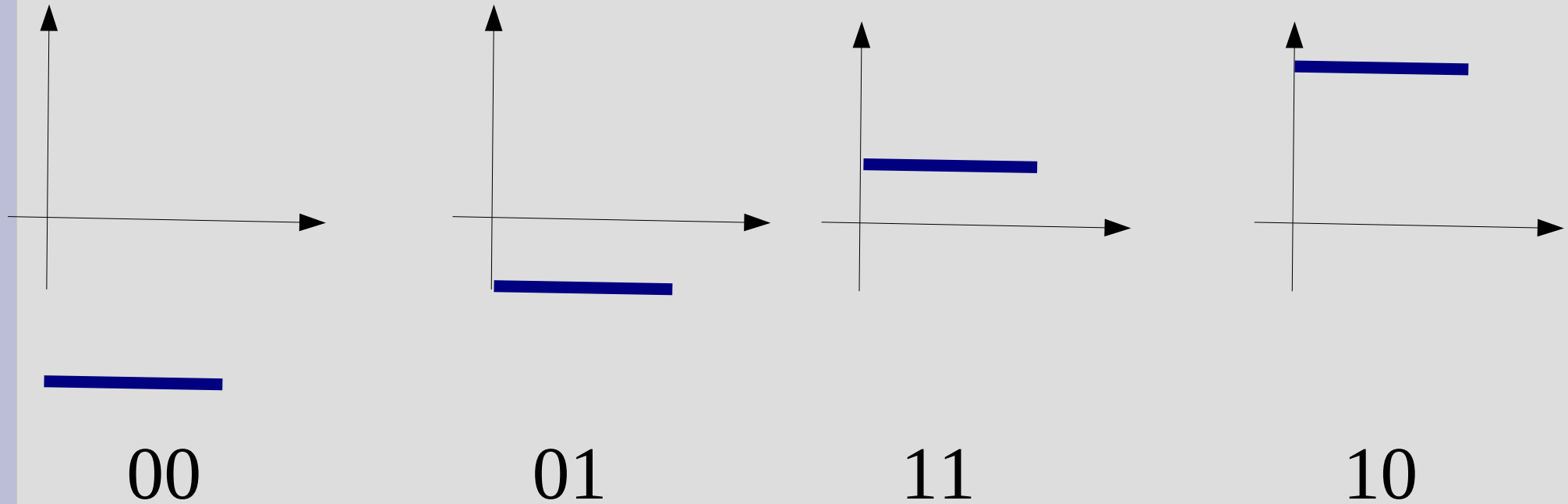
- On peut regrouper les bits par paquet !
- On transmet alors des symboles qui correspondent à des paquets de n bits.
- On transmet 2^n symboles différents.

Valence

- Valence : nombre de symboles différents.
- $V = 2^n$.
- Alors $D = n R$.

Example

- $n = 2$; $V = 4$; $D = 2R$.



Valence / bruit

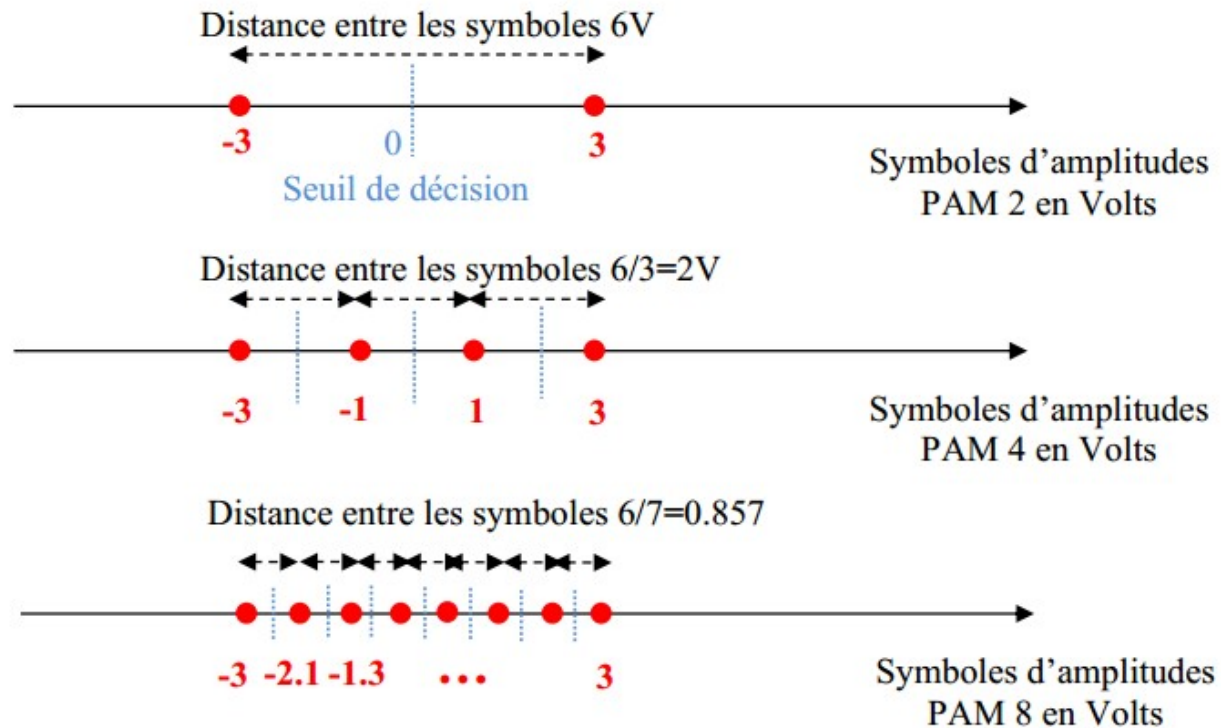


Figure 38 : Diagramme de constellation d'un signal PAM