

LPO HENRI BRISSON

# BT : Liaison Série

---

Bus de Terrain

**M. BURNET**

**11/09/2017**

# BT : Liaison Série

---

<b>I. GENERALITES.....</b>	<b>3</b>
I. 1. TRANSMISSIONS SERIE ET PARALLELE .....	3
I. 2. TRANSMISSIONS SERIES ASYNCHRONES .....	4
I. 3. LIGNES DE CONTROLE .....	7
I. 4. VITESSE DE TRANSMISSION DES DONNEES .....	7
I. 5. CONTROLE DE FLUX .....	7
I. 6. LA PARITE .....	8
I. 7. BILAN .....	8
<b>II. NORMES .....</b>	<b>8</b>
II. 1. LA NORMES RS232 .....	9
II. 2. NORME RS422 .....	11
II. 3. LA NORMES RS485 .....	11
II. 4. COMPARATIF DES NORMES .....	11
II. 5. MODE DE TRANSMISSION .....	11
II. 6. CODAGE DES BITS .....	11
<b>III. EXERCICE.....</b>	<b>14</b>
III. 1. IDENTIFIER LA DONNEE TRANSMISE ET CALCULER LA VITESSE DE TRANSMISSION .....	14
III. 2. CALCUL DE PARITE.....	14
III. 3. LIAISON ASYNCHRONE .....	14

## I. Généralités

### I. 1. Transmissions série et parallèle

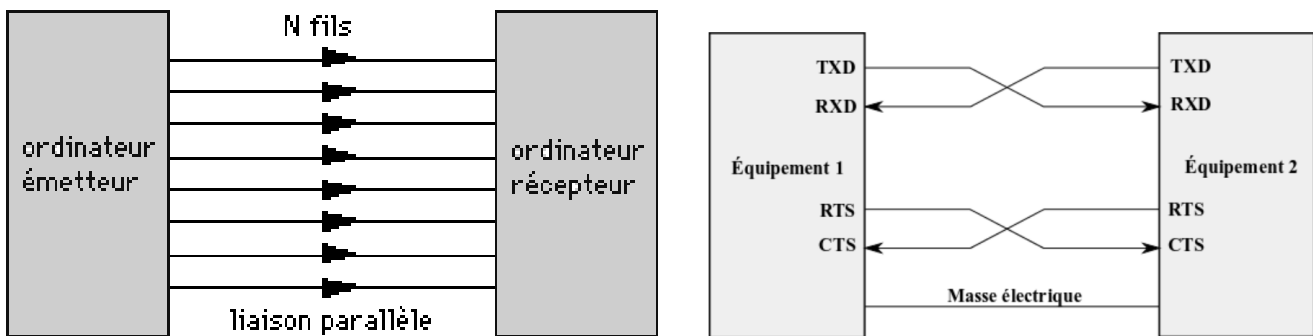
La communication entre 2 systèmes peut se faire de manière :

- Parallèle
- Série

La communication série est très importante dans le domaine de la télécommunication et plus généralement dans le transfert d'informations

Exemples :

Contrairement au bus parallèle où plusieurs bits sont transmis simultanément, dans les bus série, les bits sont envoyés les uns à la suite des autres



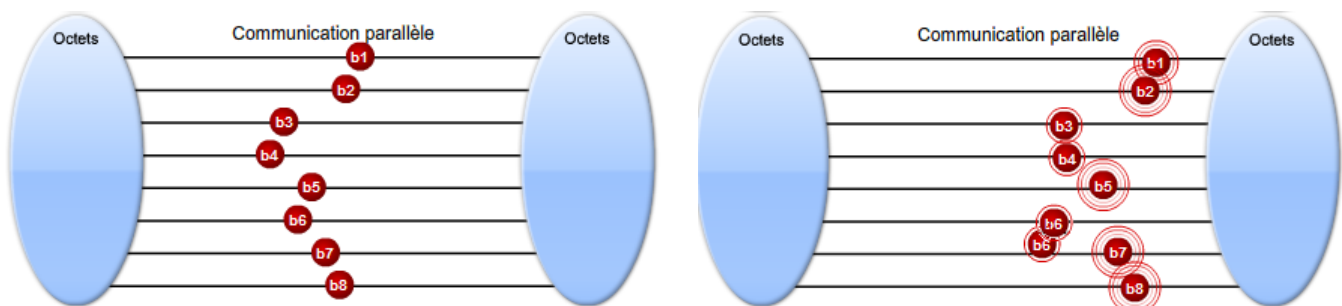
#### a) Intérêts d'une liaison série

L'intérêt d'une liaison série est qu'elle demande moins de câblage ( donc de cuivre, donc moins de cout financiers), elle n'entraîne pas de perturbation entre pistes entrainant un débit plus élevé et des distances de communication plus importantes.

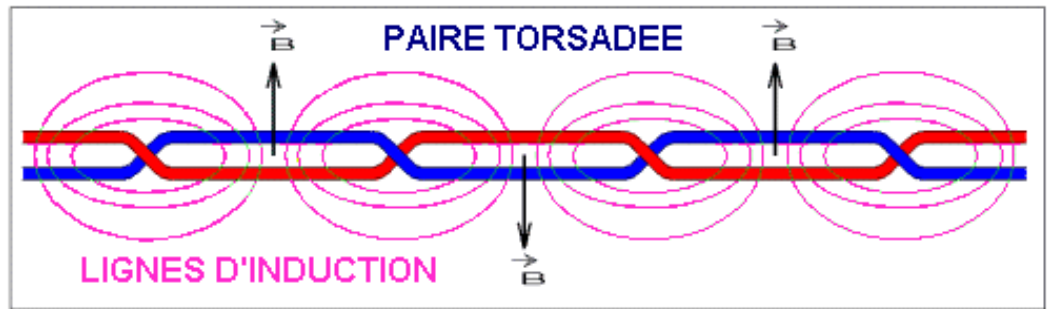
Contrairement au bus parallèle où plusieurs bits sont transmis simultanément, dans les bus série, les bits sont envoyés les uns à la suite des autres

#### b) Inconvénients d'une liaison parallèle

L'inconvénient d'une liaison parallèle est la distorsion d'horloge et les interférences (les fils parallèles sont regroupés physiquement dans un câble parallèle, et les signaux peuvent se perturber mutuellement).



Ces phénomènes peuvent être limités par le choix du support de transmission, on les appelle Phénomène de diaphonie (interférences par phénomène d'induction)



### c) Câblage minimum

Au minimum, 2 fils sont nécessaires :

- 1 fil de données
- 1 fil de référence (masse)
- D'autres fils peuvent être rajoutés.

Deux critères permettent de définir une liaison série :

- L'interface (ou support) physique de communication (câble, connexions)
- Le format de transfert des données de communication (protocole)
- Asynchrone ou synchrone

### I. 2. Transmissions séries asynchrones

Les communications asynchrones sont définies par plusieurs paramètres :

- Les niveaux de tensions
- La vitesse de transmission (Baud Rate en anglais)
- Le format des données
- Le mode de fonctionnement
- Full-Duplex ou Half-Duplex

Les supports physiques de communication peuvent être divers comme les Fils de cuivre, la fibre optique, le hertzien ...

#### a) Protocoles les plus courants :

La Norme RS232 est utilisée notamment pour la communication avec un PC (ports COM ou tty) et également utilisée dans de nombreux modules électroniques spécifiques (modules Zigbee)

La Norme RS485 est utilisée dans les applications où les perturbations sont importantes et on en trouve sur les Automates Programmables Industriels

#### b) Principe de transmission

Dans une communication série RS232, les bits sont envoyés les uns à la suite des autres sur la ligne en commençant par le bit de poids faible. La transmission s'appuie donc sur le principe des registres à décalage.

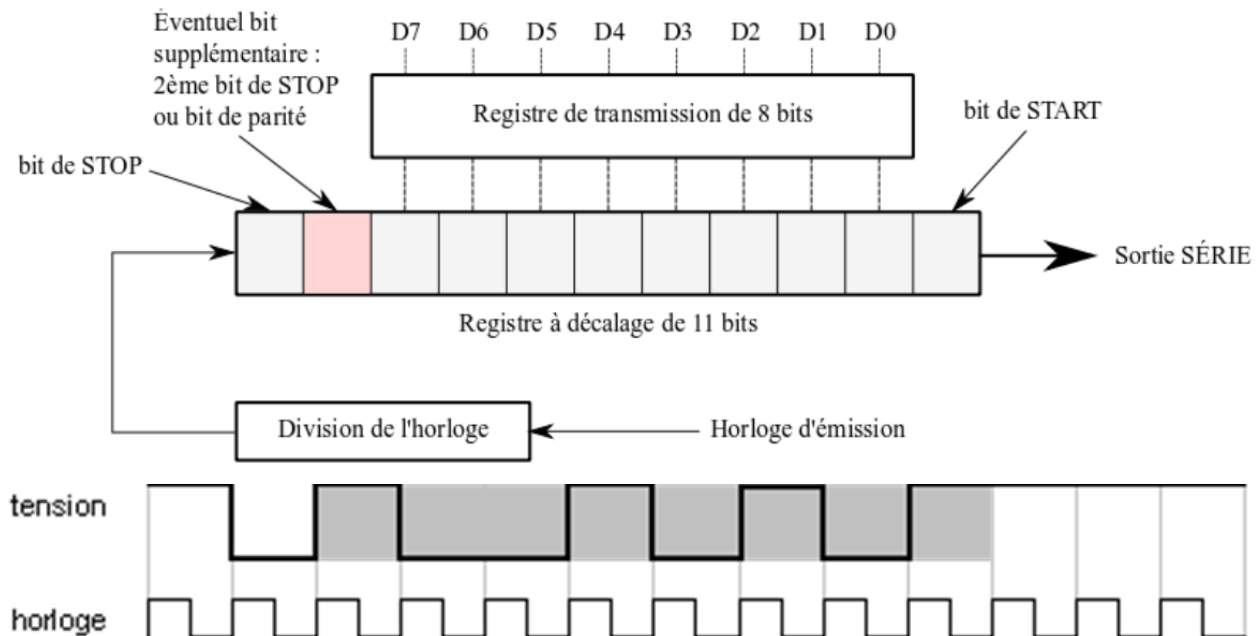
La transmission se fait octet par octet :

- pas d'horloge transmise

## BT : Liaison Série

- Nécessité de rajouter un bit de "START" ('0' logique) avant l'octet à transmettre, et un bit de "STOP" ('1' logique) après l'octet à transmettre.
- La norme RS232 prévoit également la possibilité de rajouter un autre bit juste avant le bit de STOP (Bit de parité ou un 2ème bit de STOP)

10 ou 11 bits sont transmis au registre à décalage qui assure la transmission en commençant par le bit de poids faible.



Vitesse de transmission en bauds (bits/s)

- 1 bit de start
- 7 ou 8 bits de données
- 1 ou 2 bits de stop
- 1 bit de contrôle (parité)

### c) Configuration de la liaison

On dispose de registres de contrôle et d'état.

Le(s) registre(s) de contrôle permet(tent) de :

- Fixer le format de transmission (7, 8 ou 9 bits)
- Fixer le facteur de division de l'horloge (Baud Rate)
- Fixer le test de parité
- Fixer le nombre de bits STOP
- Préciser le fonctionnement en interruption

Le(s) registre(s) d'état(s) permet(tent) de savoir :

- Si une transmission est en cours
- Si une réception est terminée
- L'état des lignes de contrôle
- L'état des interruptions

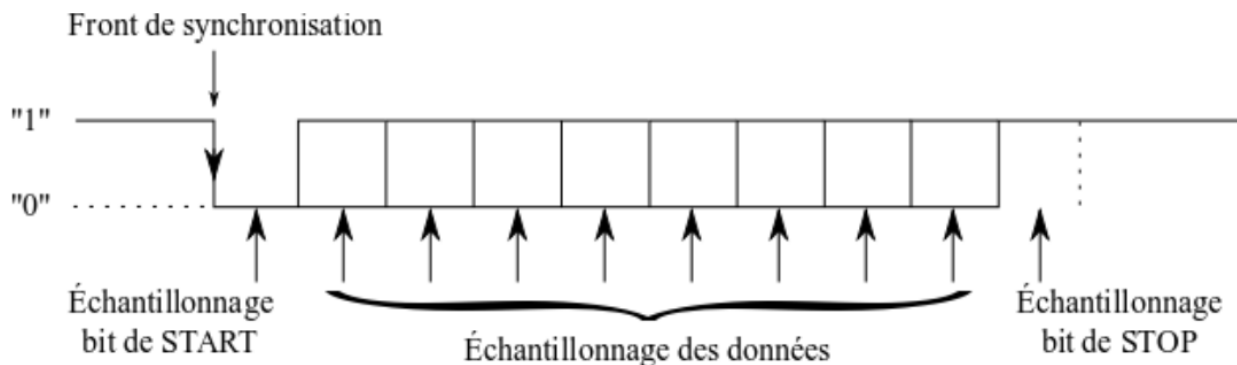
Il n'y a pas d'horloge transmise entre les 2 équipements donc les fréquences d'horloge de l'émetteur et du récepteur doivent être identiques

Pour indiquer au récepteur le début d'une transmission, il faut lui envoyer un signal :

- C'est le rôle du bit de START
- La ligne au repos est à l'état logique '1'
- Le bit de START est donc logiquement à '0'

### d) Principe de réception

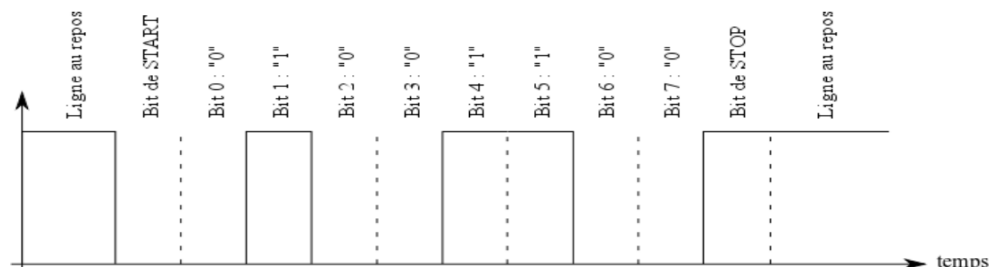
1. Le récepteur attend le premier front descendant de la ligne de données pour se synchroniser.
2. Après une demi-période d'horloge, il vient tester le bit. L'intérêt est de pouvoir savoir s'il s'agit d'un vrai bit de START (si le signal est toujours à '0') ou alors si on a eu du bruit sur la ligne qui aurait provoqué un faux bit de START (si le bit est remonté à '1').
3. Ensuite, on échantillonne le nombre de bits de données (défini dans la configuration de la liaison série) à chaque période d'horloge.
4. Enfin, on teste le ou les bits STOP
  - Si le bit est à '1', on a bien un bit STOP.
  - Si le bit est à '0', on a un mauvais bit STOP. On parle d'une erreur d'encadrement (framing error).



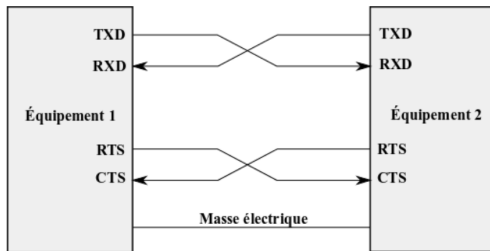
### Exemple :

On souhaite envoyer l'octet 0x32 (caractère '2') avec 8 bits, sans parité avec 1 bit STOP.

0x32 = (0011 0010)



## I. 3. Lignes de contrôle



Les lignes de contrôles sont les signaux additionnels aux lignes de données qui permettent de contrôler la communication. Il existe différents signaux peuvent être échangés.

Les signaux de transmission de données

- TXD (transmit data) : Données dans un sens
- RXD (receive data) : Données dans l'autre sens

Les signaux de contrôle de flux de transmission

- RTS (request to send) : Demande à émettre
- CTS (clear to send) : Prêt à recevoir

Des références de potentiels (masse)

## I. 4. Vitesse de transmission des données

Les deux équipements doivent être configurés avec la même vitesse (baud rate). Elle est exprimée en bauds (ou bits/seconde). Ces vitesses sont normalisées :

Vitesse de transmission			
1200 bauds	2400 bauds	4800 bauds	9600 bauds
19200 bauds	38400 bauds	57600 bauds	115200 bauds

## I. 5. Contrôle de flux

Le rôle du contrôle de flux est de permettre d'éviter de perdre des informations pendant la transmission.

Il existe différents types de contrôle de flux comme le contrôle de flux matériel et le contrôle de flux logiciel.

### a) Contrôle de flux matériel

Il est possible de contrôler le flux de données entre deux équipements par deux lignes de « handshake » (poignée de main). Ces lignes sont RTS et CTS.

Le principe de fonctionnement est le suivant :

1. **L'émetteur** informe le récepteur qu'il **est prêt à envoyer** une donnée en agissant sur **RTS et en le mettant à l'état bas**.
2. **Le récepteur** informe l'émetteur qu'il est **prêt à recevoir** en mettant le signal **CTS à l'état bas**
3. **La transmission devient effective.**

### b) Contrôle de flux logiciel :

Il est également possible de contrôler la transmission à l'aide de deux codes ASCII «XON» et «XOFF» :

- **XOFF** (code ASCII 17) : **demande l'arrêt de la transmission**
- **XON** (code ASCII 19) : **demande le départ d'une transmission**

### I. 6. La Parité

Le mot transmis peut être suivi ou non d'un bit de parité qui **sert à détecter les erreurs éventuelles de transmission**.

Il existe deux types de parités, la parité paire et la parité impaire.

#### a) Parité paire

Le **bit ajouté** à la donnée est positionné de telle façon que le **nombre des bits à « 1 » soit paire** sur l'ensemble donné + bit de parité.

Exemple :

soit la donnée 11001011  
5 bits à «1»  
**le bit de parité paire est positionné à « 1 »**  
**ainsi le nombre de « 1 » devient paire.**

#### b) Parité impaire

Le **bit ajouté** à la donnée est positionné de telle façon que le **nombre des bits à « 1 » soit impaire** sur l'ensemble donné + bit de parité.

Exemple :

soit la donnée 11001011  
5 bits à «1»  
**le bit de parité impaire est positionné à « 0 »**  
**ainsi un nombre de « 1 » reste impaire.**

### I. 7. Bilan

Pour que 2 équipements puissent échanger des données, ils doivent être configurés pour que :

- La vitesse de communication (baud rate) soit le même des deux côtés.
- Le nombre de bits de données soit identique
- Le nombre de bits STOP soit identique
- Le type de contrôle de flux choisit soit le même
- La parité soit la même

## II. Normes

Il existe différentes normes de liaison série asynchrone :

- **RS232** : norme de liaison série présente sur les PCs (ports COM ou tty).
- **RS422** : norme industrielle mieux immunisée vis-à-vis du bruit.
- **RS485** : identique à la RS422 mais développée pour pouvoir connecter plus de deux appareils sur le même bus.

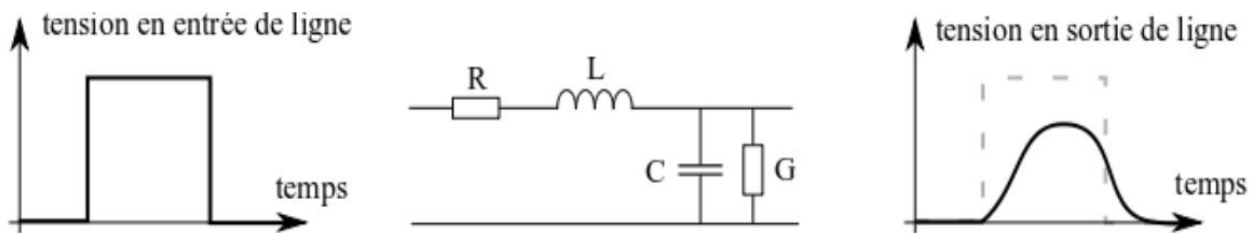
Le choix d'une norme dépend :

- De la **vitesse de transmission** souhaitée
- De la **longueur du câble**
- Du **nombre d'équipements** que l'on souhaite connecter
- De l'**immunité** vis-à-vis des parasites

## II. 1. La Norme RS232

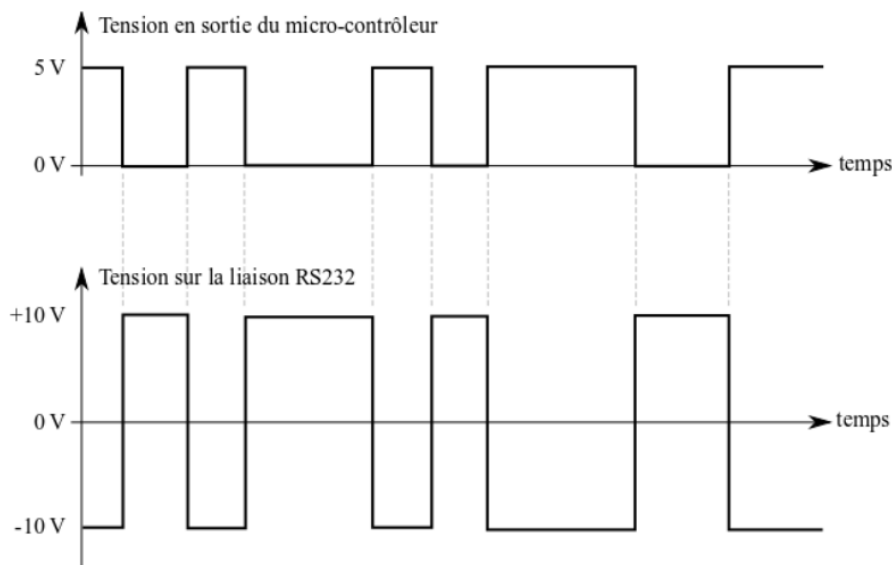
Les niveaux de tension :

- Les 0-5V (voire moins) que l'on trouve généralement en sortie des microcontrôleurs sont insuffisants pour transmettre les informations loin.
- Impédance de ligne = signal est atténué.



- Afin de pouvoir **envoyer les signaux plus loin**, la liaison série RS232 transmet les informations sous des **niveaux de tension plus élevés**.
  - Un **niveau logique bas** (0V) sera transmis à l'aide d'une tension de **+12V** (de 3V à 25V)
  - Un **niveau logique haut** (5V) sera transmis à l'aide d'une tension de **-12V** (de -3V à -25V)

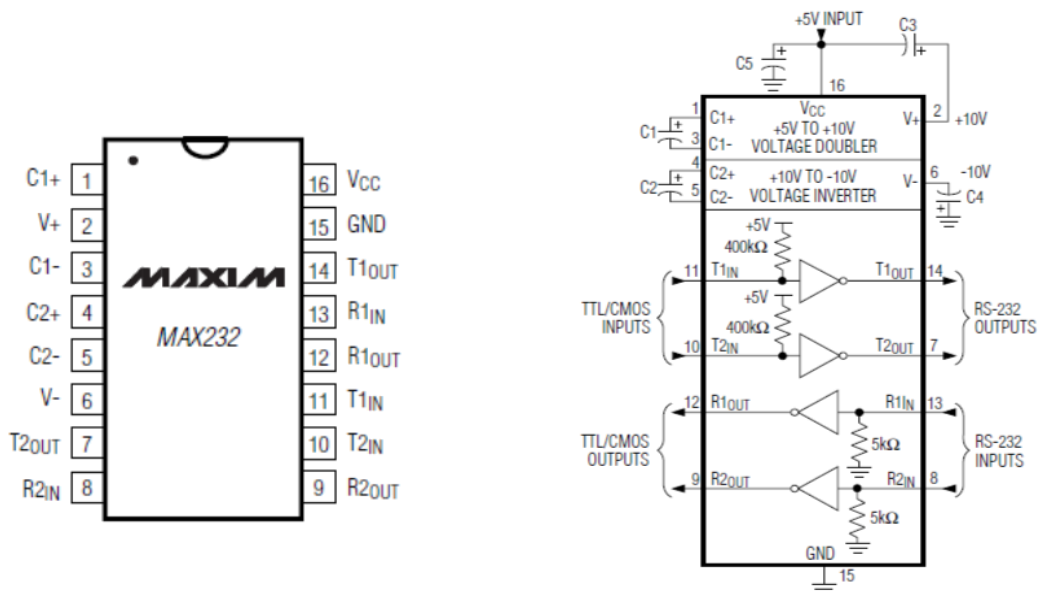
**INVERSION DES NIVEAUX LOGIQUE  
ADAPTATION à +10V ET -10V**



### a) Composant externe (MAX 232)

Une adaptation très classiquement réalisée peut être faite par le composant MAX 232

## BT : Liaison Série



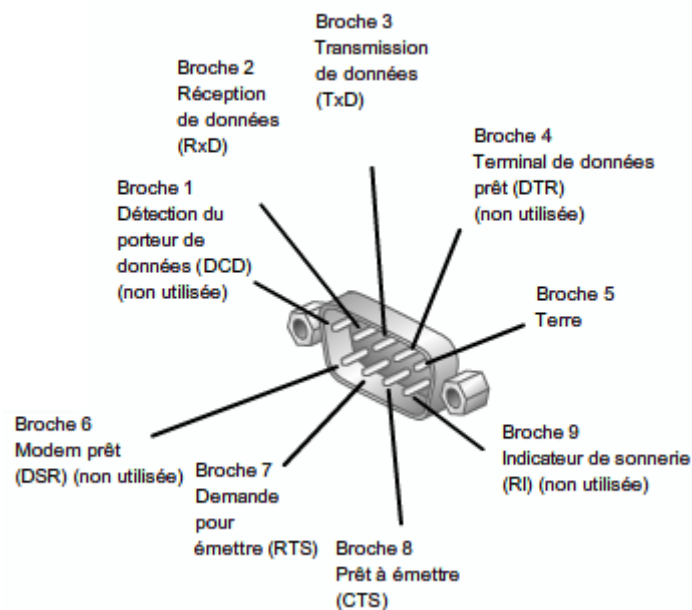
Génère à partir d'une alimentation  $V_{cc}$  de 5V, les tensions **+10V et -10V**.

Distance maxi de **10m à 9600 bauds**.

**Plus la distance sera grande, moins la vitesse de transmission sera rapide** car les atténuations et les déformations des signaux seront plus importantes.

### b) Connecteur

Le connecteur DB9 est généralement utilisé :



Les nouveaux ordinateurs ne sont généralement plus pourvus par défaut de ports COM RS232.

Il existe actuellement des convertisseurs USB/RS232, permettant de gérer le protocole USB d'un côté et la liaison RS232 de l'autre (puces FTDI)

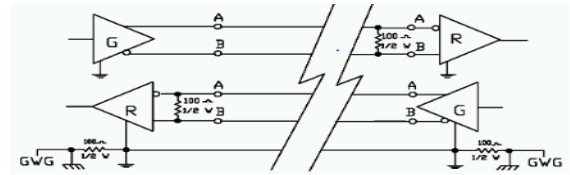
### c) Évolution

Circuits permettant de passer à une liaison USB vers une liaison série à niveaux logiques TTL (0V - 5V) ou 0V - 3,3V. Il permet de s'interfacer en USB directement avec un microcontrôleur, sans passer par un étage +10V/-10V.



## II. 2. Norme RS422

Évolution de la RS232 en version différentielle.  
 Performances : jusqu'à 1km, 10 Mbit/s. Nécessite une résistance terminale de 100Ω pour adapter la ligne (moins de réflexions en bout de ligne)



## II. 3. La Norme RS485

Adaptation de la RS422 à une topologie "bus". Les drivers ont des sorties "3 états" : '0', '1', Hi-Z.

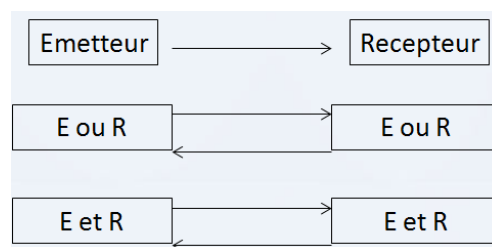
## II. 4. Comparatif des normes

Nom	Debit (théorique)	Distance max.
RS232	20 kb/s	15m
RS485	35 Mb/s 100 kb/s	15m 1200 m
I2C	100 kb/s - 3,4Mb/s	2-3m
USB-2	480 Mb/s	5m
USB-3	5 Gb/s	3m
IEEE1394 (FireWire)	400-800-1600 Mb/s	5m
SATA III	6Gb/s	faible

## II. 5. Mode de transmission

La transmission des données peut se faire de manière :

- unidirectionnelle (**simplex**)
- alternée (**half-duplex**)
- simultanée (**full-duplex**)

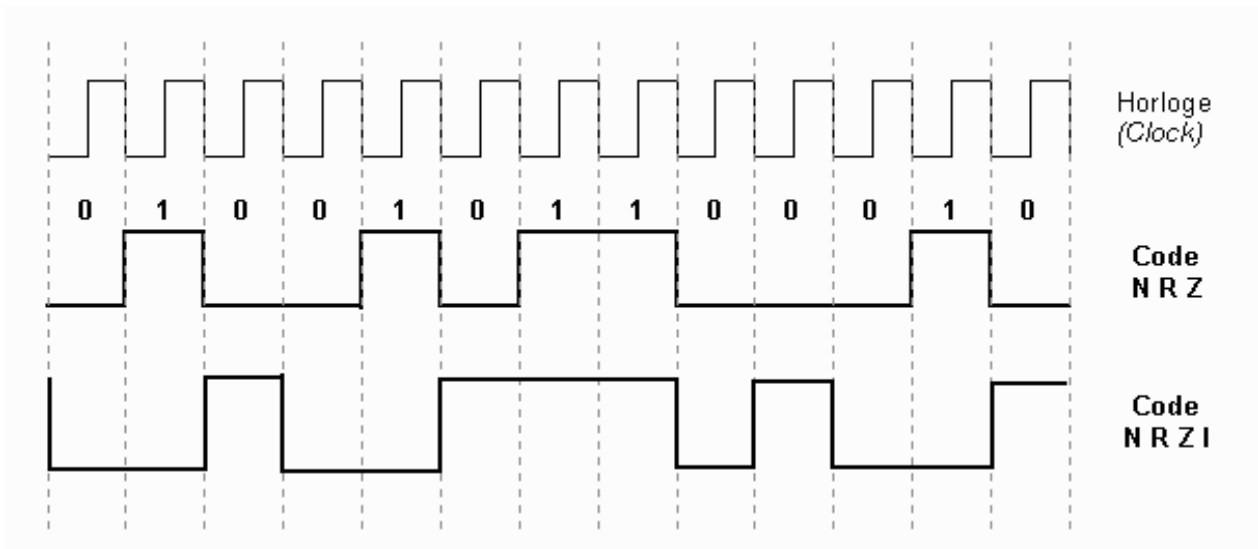


## II. 6. Codage des bits

La transmission sur le canal physique peut se faire :

- **directement, ou après un encodage des niveaux** permettant une transmission en **bande de bases**
- **via une modulation** : le signal à transmettre va modifier une porteuse, signal de fréquence beaucoup plus élevée. (Obligatoire pour les canaux non électriques : radio, fibre ...)

Cas 1 de la Bande de base

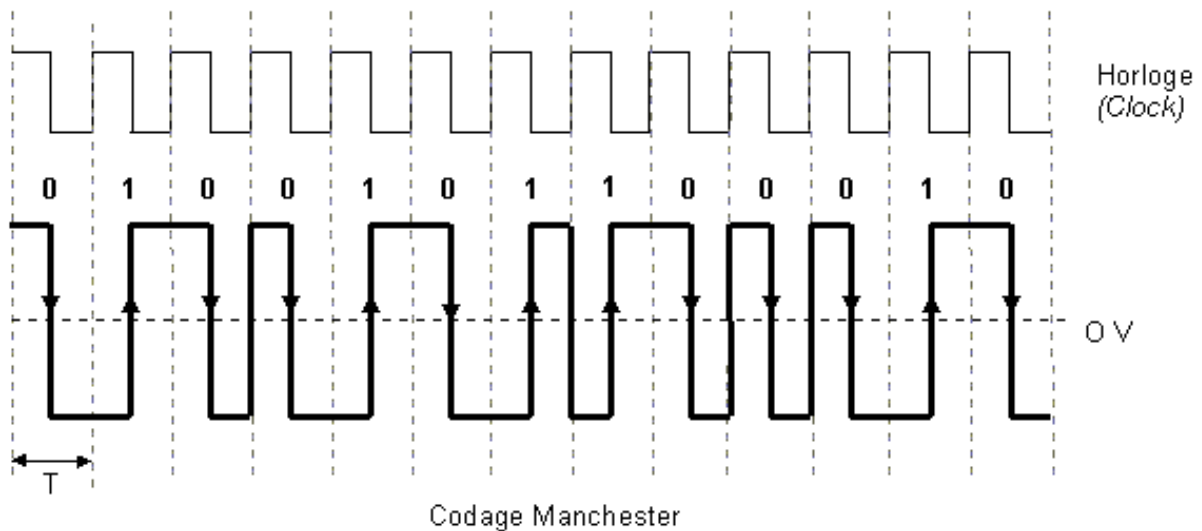


Elle est utilisée dans la norme **USB**.

**Inconvénient** : risque de perte de synchronisation si longue transmission de '0'.

**Solution** : au bout de 6 bits à 0, on ajoute un bit à 1 (technique du stuffing)

### a) Cas 2 de la Bande base

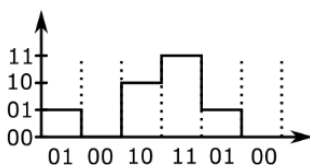


**Intérêt** : synchronisation de l'horloge du récepteur sur l'émetteur facilitée.

**Problème** : si inversion des lignes, inversion des bits, elle permet la création du « Manchester différentiel »

### Cas 3 de la Bande de base

Si on peut distinguer 4 niveaux différents sur le support, on peut transmettre 2 bits par période d'horloge.



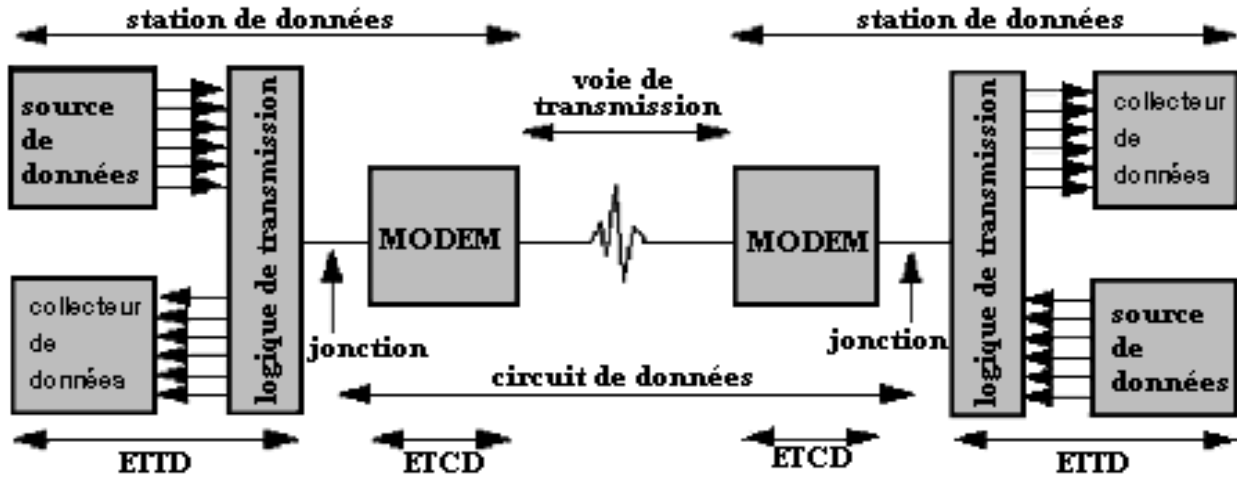
On peut ainsi doubler le débit (exprimé en bits/s.), sans augmenter la cadence l'horloge (exprimée en Bauds).

## b) Modulations

Longue distance : dégradation du signal en bande de base

Le support se comporte comme un filtre

Utilisation de MODEM : MOdulateur – DEmodulateur, Transforme le signal numérique en signal analogique modulé



Modulation d'amplitude	Modulation de fréquence	Modulation de phase
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">0 </div> <div style="text-align: center;">1 </div> </div> <p style="margin: 10px 0;">011011</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">0 </div> <div style="text-align: center;">1 </div> </div> <p style="margin: 10px 0;">011011</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">0 </div> <div style="text-align: center;">1 </div> </div> <p style="margin: 10px 0;">011011</p>

En pratique, on utilise des modulations plus complexes, qui combinent ces techniques pour transmettre plusieurs bits par période.

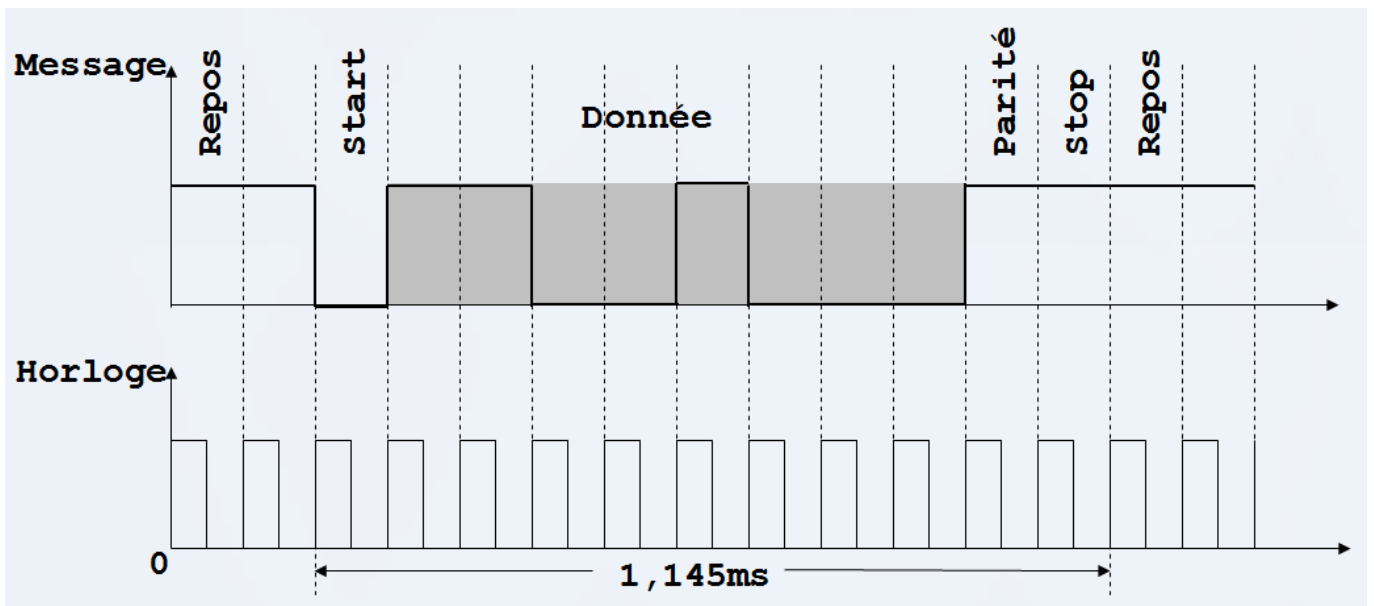
- **ASK** : Amplitude Shift Keying, modulation par saut d'amplitude,
- **PSK** : Phase Shift Keying,
- **QAM** : Quadratic Amplitude Modulation,
- ...

**Intérêt** : occupe une **largeur de spectre limitée**.

⇒ **Multiplexage de signaux sur le même canal**

### III. Exercice

#### III. 1. Identifier la donnée transmise et calculer la vitesse de transmission



#### III. 2. Calcul de parité

Caractère	ASCII	Nb de 1	Parité pair	Parité impair
A	0100 0001			
L	0100 1100			
z	0111 1010			
0	0011 0000			
9	0011 1001			
7	0011 0111			

#### III. 3. Liaison asynchrone

- ▶ On observe à l'oscilloscope le signal suivant sur une liaison asynchrone à 8 bits, sans parité ni bit de stop, à un débit de 14400 Bauds.
  - ▶ Quel est l'octet transmis ?
  - ▶ Donner la période (durée d'un bit)
  - ▶ Combien de temps faut-il pour transmettre 1 octet ?

