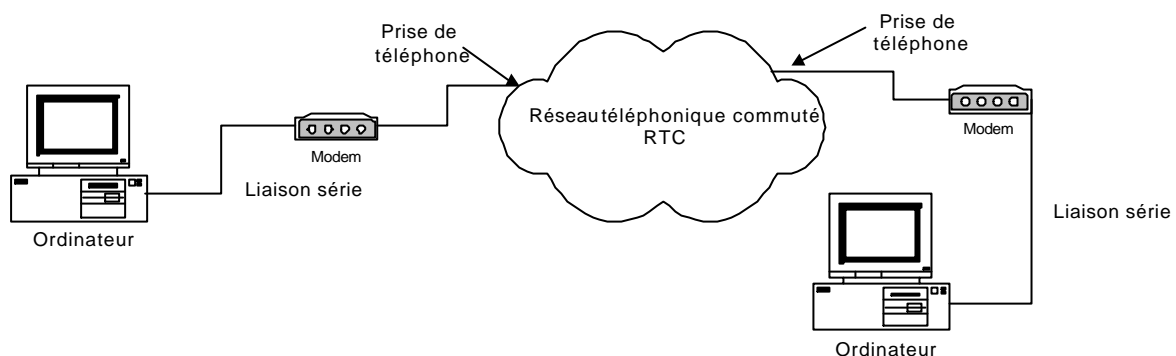


# COMMUNICATION

## LES LIAISONS SÉRIES ASYNCHRONES

### 1. PRESENTATION GENERALE

Le développement de la liaison série est lié à la nécessaire utilisation du réseau téléphonique pour faire communiquer des systèmes informatiques géographiquement éloignés. Le dessin suivant présente les divers éléments nécessaires pour assurer la communication entre deux systèmes informatiques par le réseau téléphonique (RTC).



Le réseau téléphonique est construit pour transmettre la voix, c'est à dire un signal analogique. Les caractéristiques électriques de ce signal sont bien précises : bande passante, amplitude des signaux électriques; de plus le RTC présente une impédance d'entrée et de sortie dont les valeurs sont bien définies.

Le modem (modulateur-démodulateur) est nécessaire pour :

- A l'émission : convertir le signal numérique de l'ordinateur en un signal analogique électrique adapté aux caractéristiques du RTC.
- A la réception : assurer l'adaptation au signal analogique reçu du RTC et convertir ce signal analogique reçu en un signal numérique.

La liaison série entre l'ordinateur et le modem est pratiquement toujours du type asynchrone, les liaisons séries asynchrones pour ce type de connexion sont les plus courantes.

La connexion entre l'ordinateur et le modem est normalisée par le "standard" RS232, cette norme date de la fin des années 60, elle précise les aspects fonctionnels et matériels de la *jonction* ordinateur - modem. La norme RS232 (Recommended Standard) est publiée par l'organisme américain EIA (Electrical Industry Association).

Les liaisons parallèles sont réservées pour des échanges d'informations sur des distances relativement courtes, c'est à dire inférieures au mètre; la liaison Centronic étant l'exception car la longueur maximale du câble est de l'ordre de trois mètres. Tous les échanges d'informations entre les diverses cartes d'un ordinateur s'effectuent par liaisons parallèles : on nomme alors BUS ce type de liaison.

Plusieurs bus sont connus et certains sont normalisés : bus VME, bus IEEE, bus EISA, bus ISA, bus G64, bus G96...

## 2. LIAISONS SERIES EN MODE ASYNCHRONE

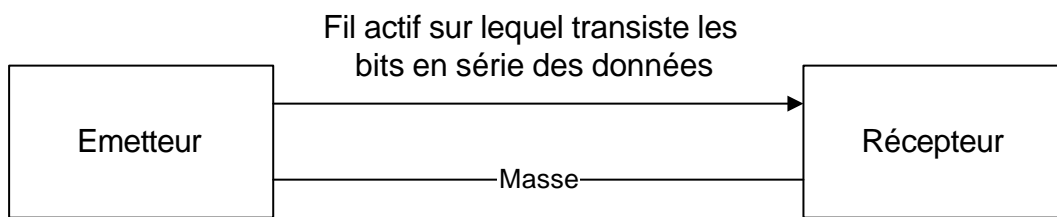
### 2.1 Modes d'exploitation de la liaison

On distingue les modes suivants :

- Simplex ou unidirectionnel : les données ne circulent que dans un sens, il y a un émetteur et un récepteur.
- Half duplex : les données circulent dans les 2 sens mais pas simultanément.
- Full duplex : les données peuvent circuler simultanément dans les 2 sens.

### 2.2 Caractéristiques du signal émis sur la ligne de la liaison série asynchrone

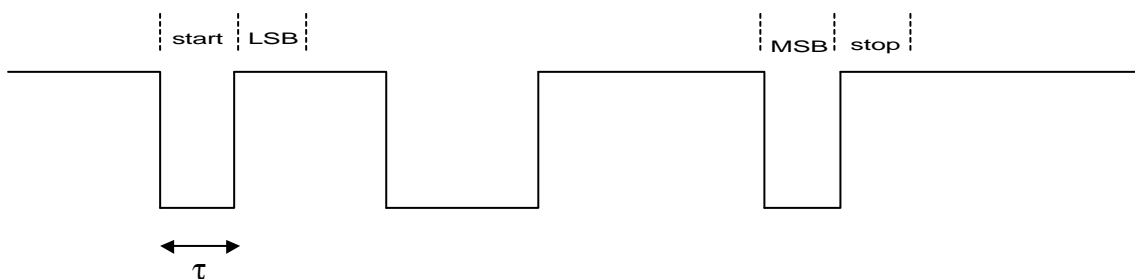
Le schéma d'une liaison série unidirectionnelle consiste à un émetteur et un récepteur connectés entre eux par un câble composé d'un fil sur lequel transite les données et d'un autre fil pour la masse.



Le signal binaire sur la ligne respecte les règles suivantes :

- La ligne est au repos à l'état 1 logique.
- La durée d'émission de chaque bit est la même.
- L'émission d'une donnée est précédée par l'émission d'un bit à 0 appelé bit de "start".
- Les bits d'une donnée sont transmis les uns derrière les autres : le 1er bit transmis est le LSB, le 2ème est le bit de rang 1, ..., le dernier est le MSB.
- La ligne revient obligatoirement au repos (état 1) pendant au moins la durée d'un bit, ce bit est appelé le bit de "stop".

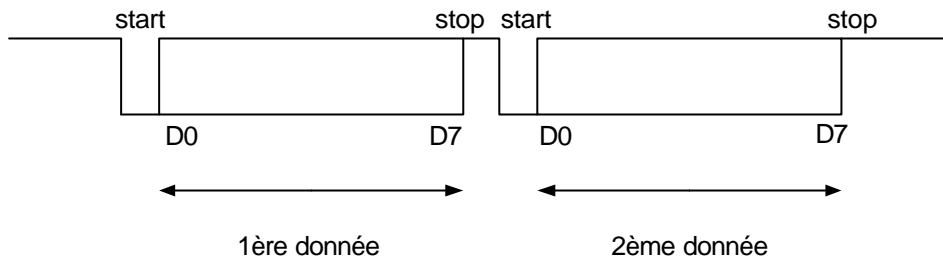
Supposons que l'émetteur envoie la donnée 0x73 sur 8 bits, le signal binaire observable sur la ligne a l'allure suivante :



La durée de  $\tau$  de chaque bit fixe le débit binaire exprimé en bits/s :  $D = 1 / \tau$   
Débits binaires courants (en bits/s) : 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200.

Il est habituellement possible de choisir les caractéristiques d'une liaison série asynchrone, les choix généralement offerts sont les suivants : taille de la donnée 7 ou 8 bits, 1 ou 2 bits de stop, débit binaire. Le débit binaire est aussi appelé vitesse de transmission.

Le dessin suivant montre le signal binaire sur la ligne dans le cas de l'émission de 2 données de 8 bits avec un bit de stop.



### **2.3 Principe de l'émission**

Un circuit de type UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) assure la sérialisation des données à l'émission ainsi que la désérialisation des caractères reçus.

Ce circuit reçoit du microprocesseur sous forme parallèle la donnée à émettre.

La sérialisation consiste à effectuer la conversion parallèle → série de la donnée puis à émettre sur la ligne le bit de start, les bits de la donnée sérialisée puis le bit de stop.

La sérialisation est réalisée à l'aide d'un registre à décalage à chargement parallèle/sortie série et s'effectue au rythme d'un signal d'horloge, la fréquence de cette horloge imposant le débit binaire sur la liaison.

Le nombre total de bits émis est égal au nombre de bits de la donnée + 1 bit de start + le nombre de bits de stop.

Le temps pour émettre une donnée est égal au nombre total de bits émis \* le temps d'émission d'un bit  $\tau$ .

Tant que le registre à décalage n'est pas totalement vide il ne faut pas y écrire une nouvelle donnée sous peine d'écraser toute ou partie de la donnée précédente.

Chaque coupleur série gère un bit indicateur (flag) qu'il positionne généralement à 1 quand le registre de transmission est vide et à 0 quand il est plein.

Le programme doit impérativement tester ce bit (polling) et écrire une nouvelle donnée dans le composant que si ce bit est à 1.

L'UART dispose d'un registre d'état qui regroupe les divers bits indicateurs.

### **2.4 Principe de la réception**

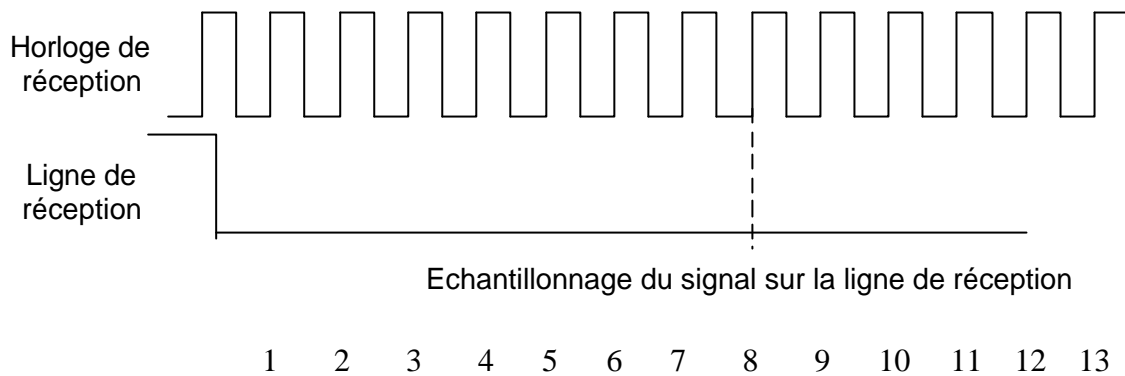
Le circuit de type UART assure la désérialisation des caractères reçus. Il doit être programmé avec les mêmes caractéristiques que l'émetteur : nombre de bits de la donnée, nombre de bits de stop, débit binaire.

Il ne reçoit pas d'horloge pour échantillonner le signal sur la ligne.

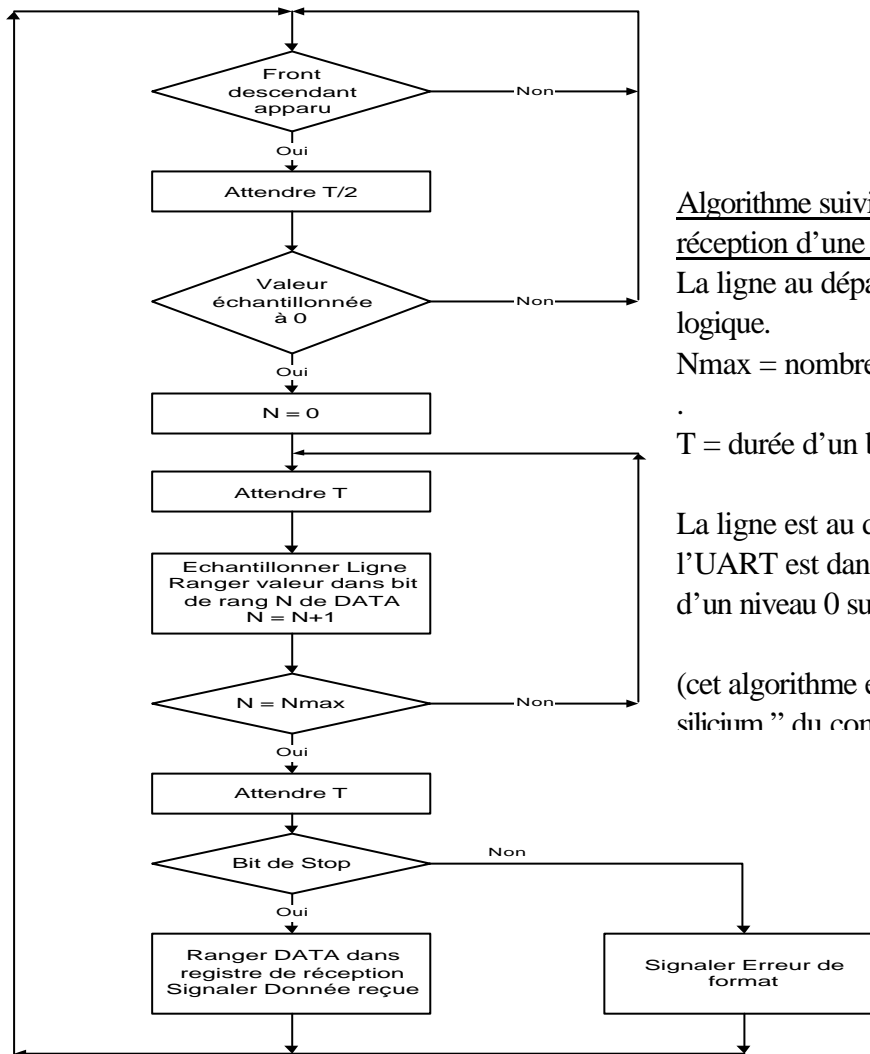
Le récepteur dispose d'une horloge interne de réception dont la fréquence doit être un multiple du débit binaire, généralement 16 fois le débit binaire.

Un comptage de cette horloge de réception est activé par le front descendant du bit de start.  
L'échantillonnage de la ligne de réception est effectué au 8ème coup de cette horloge :

- Si la valeur obtenue est "0", on a bien affaire à un bit de start, le comptage de l'horloge de réception continue, la ligne est échantillonnée au 24ème coup d'horloge pour le LSB, au 40ème pour le bit de rang 1, ...



- Si la valeur obtenue est "1", il s'agit alors d'un faux bit de start (parasite), l'UART retourne scruter la ligne dans l'attente d'un nouveau front descendant.



Algorithme suivi par l'UART lors de la réception d'une donnée

La ligne au départ est au repos au "1" logique.

Nmax = nombre de bits d'une donnée

T = durée d'un bit

La ligne est au départ au repos, l'UART est dans une boucle d'attente d'un niveau 0 sur la ligne.

(cet algorithme est "intégré dans le silicium" du composant !)

La donnée reçue est rangée dans le registre de réception de l'UART.

L'UART positionne alors un bit "indicateur" dans son registre d'état, cela permet ainsi de savoir si une donnée est disponible ou alors, si les interruptions sont autorisées, l'UART peut en demander une.

Une erreur appelée *erreur de format* est signalée par l'UART s'il ne détecte pas de bit de stop à la fin de la donnée, cela entraîne le positionnement d'un bit "indicateur" dans le registre d'état pour l'indiquer.

## 2.5 Le bit de parité

Le bit de parité permet au récepteur de vérifier que la donnée reçue ne comporte pas d'erreur.

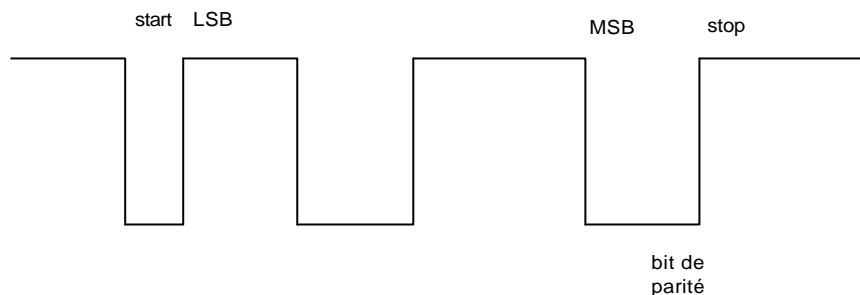
L'émetteur calcule un bit de parité pour une donnée et l'émet à la suite du MSB de cette donnée juste avant le bit de stop. Le récepteur calcule son bit de parité pour la donnée reçue et le compare avec celui émis par l'émetteur : s'ils ne sont pas identiques, une erreur s'est produite durant la transmission et le récepteur positionne alors un bit dans son registre d'état pour signaler cette erreur.

On peut choisir un bit de parité paire ou un bit de parité impaire :

- Bit de parité paire : le nombre total de 1 de la donnée y compris le bit de parité doit être pair.

- Bit de parité impaire : le nombre total de 1 de la donnée y compris le bit de parité doit être impair.

Le chronogramme suivant montre l'émission de la donnée 0x73 avec un bit de parité impaire.



La méthode du bit de parité ne permet pas de signaler une erreur dans le cas d'un nombre total de bits faux pair (2, 4, 6 ou 8 bits faux).

### **3. LA NORME RS232 POUR LA JONCTION ETTD-ETCD**

La communication entre systèmes informatiques géographiquement distants a imposé par le passé le transfert de l'information par le réseau téléphonique.

Le réseau téléphonique présente des caractéristiques électriques très précises, notamment sa bande passante qui est de 3,1Khz (on transmet les fréquences de 300hz à 3400hz).

Le système effectuant à l'émission la transformation du signal numérique en un signal analogique transportable par le réseau est appelé MODEM, il fonctionne alors en MODulateur. A la réception, - la transformation inverse est effectuée par ce même MODEM travaillant alors en DEModuleur.

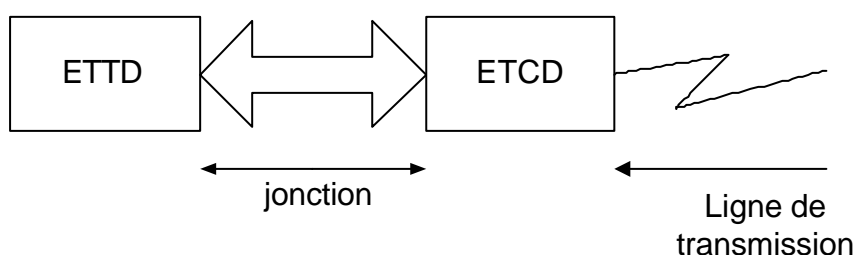
L'ordinateur est appelé un ETTD : Equipement Terminal de Traitement de Données (ou DTE : Data Terminal Equipment).

Le Modem est appelé un ETCD : Equipement Terminal de Communication de Données (ou DCE : Data Communication Equipment).

La connexion entre l'ETTD et l'ETCD est appelée une JONCTION.

L'ETTD peut être un ordinateur, un terminal, une imprimante série ou d'une manière générale un équipement qui n'est pas connecté sur la ligne de transmission.

L'ETCD est obligatoirement connecté sur la ligne de transmission, cela peut être un modem, un multiplexeur, un commutateur, ...



Du fait du très grand nombre de constructeurs différents fabriquant des ETTD et des ETCD il est apparu nécessaire vers la fin des années 60 de normaliser la jonction entre ces 2 équipements. La norme RS232 date de la fin des années 60, elle normalise essentiellement l'interfaçage entre un ordinateur et un modem. Elle a subi plusieurs révisions et nous en sommes aujourd'hui à la révision D, le standard s'appelant RS232D.

La norme RS232 a pour but de spécifier les caractéristiques électriques, fonctionnelles et mécaniques de la jonction.

La norme RS232 est issue de l'organisme de normalisation EIA (Electrical Industry Association), elle a été reprise par l'organisme mondial de normalisation CCITT (Comité Consultatif des Téléphones et Télégraphes) qui en a tiré 2 normes désignées par V24 et V28 (les normes DU CCITT sont désignées par Avis : avis V24, avis V28).

On peut noter que le CCITT est remplacé maintenant par l'ITU-T (pour International Telecommunications Union - Telecom sector).

L'avis V24 spécifie les caractéristiques fonctionnelles de la liaison, l'avis V28 les caractéristiques électriques.

Le mode de transmission sur la jonction peut être synchrone ou asynchrone.

On dit aussi que la norme RS232 standardise une liaison point à point ou bi-point.

### **3.1 L'avis V28** (correspond aux spécifications électriques de la norme RS232)

Chaque broche est désigné par le terme de *circuit*.

Le débit binaire D est limité à la valeur maximale de 20 Kbits/s.

Chaque broche délivre ou reçoit un signal électrique suivant son sens de fonctionnement, les niveaux électriques autorisés sont définis ci-dessous.

#### A l'émission :

NIVEAU 1 LOGIQUE     $-25v \leq V \leq -5V$   
"1" habituel  $\rightarrow -12v$   
On dit que le circuit est ouvert ou dans l'état de repos.

NIVEAU 0 LOGIQUE     $+25v \geq V \geq +5v$ .  
"0" habituel  $\rightarrow +12v$   
On dit que le circuit est fermé ou dans l'état de travail.

#### A la réception :

NIVEAU 1 LOGIQUE     $V \leq -3V$ .

"1" habituel → -12v

NIVEAU 0 LOGIQUE

V ≥ +3v

"0" habituel → +12v

La norme définit aussi une vitesse de commutation maximale (slew rate) de 30v/μs ainsi qu'une longueur maximale de la liaison ETDD-ETCD d'environ 16m.

### Réalisation :

Des circuits intégrés commercialisés assurent les conversions TTL → RS232 et RS232 → TTL, ces circuits sont conformes à la norme RS232 : slew rate, impédance d'entrée...

Les 2 circuits les plus connus sont :

- Le MC1488 qui assure à l'émission la conversion TTL → RS232(driver), référence 75188 chez Texas.

- Le MC1489 qui assure à la réception la conversion RS232 → TTL(receiver), référence 75189 chez Texas.

La documentation constructeur de ces 2 circuits est donnée annexe page 1/3.

Texas Instrument commercialise le 75C185 qui contient 3 drivers et 8 receivers permettant ainsi de réaliser l'interfaçage TTL ↔ RS232 avec un seul CI dans le cas d'une DB9 ou même dans le cas d'une liaison avec une DB25 utilisant les mêmes 9 signaux ce qui est le cas le plus fréquent. La documentation de ce composant est donnée annexe page 2/3.

On peut citer aussi les circuits du constructeur MAXIM (Max232, ...).

### **3.2 L'avis V24** (correspond aux spécifications fonctionnelles de la norme RS232)

La norme V24 est fonctionnellement identique à la norme RS232, la norme RS232C définit un connecteur DB25 : connecteur de 25 broches en forme en D.

En réalité, dans presque tous les cas, neuf broches sur les 25 sont vraiment utiles pour une liaison Ordinateur-Modem, un connecteur DB9 a donc été normalisé (de 9 broches en forme de D : RS232D).

L'affectation des principales broches est donnée dans le tableau suivant; on peut voir pour chaque broche la correspondance entre les noms courants (TD, RD, ...) de ces broches qui rappellent leur fonctionnalité, la norme RS232 qui désigne chaque broche par un sigle (AA, AB, ...) et la norme V24 qui appelle circuit chaque broche et désigne ce circuit par un numéro (circuit 101, circuit 103, ...).

N° broche sur DB25	N° broche sur DB9	N° du circuit en V24	Nom courant Désignation RS232		Description	Rôle	Origine
1		101	PG	AA	Terre de protection		
7	5	102	SG	AB	Masse signal		



2	3	103	TD	BA	Données émises	Donnée	ETTD
3	2	104	RD	BB	Données reçues	Donnée	ETCD
4	7	105	RTS	CA	Demande pour émettre	Contrôle	ETTD
5	8	106	CTS	CB	Prêt à émettre	Contrôle	ETCD
6	6	107	DSR	CC	Poste de données prêt	Contrôle	ETCD
8	1	109	DCD	CF	Détection de la porteuse	Contrôle	ETCD
20	4	108	DTR	CD	Terminal de données prêt	Contrôle	ETTD
22	9	125	RI	CE	Indicateur de sonnerie	Contrôle	ETCD

Le tableau suivant présente les autres broches de la DB25.

N° broche sur DB25	N° du circuit en V24	Désignation RS232	Description	Origine
21	110	CG	Détecteur de qualité	ETCD
23	111	CH	Sélecteur de débit binaire	ETTD
23	112	CI	Sélecteur de débit binaire	ETCD
24	113	DA	Horloge émission (terminal)	ETTD
15	114	DB	Horloge émission (modem)	ETCD
17	115	DD	Horloge réception	ETCD
14	118	SBA	Emission de données/retour	ETTD
16	119	SBB	Réception de données/retour	ETCD
19	120	SCA	Signaux de ligne/retour	ETTD
13	121	SCB	Voie de retour prête	ETCD
12	122	SCF	Détecteur signal/retour	ETCD
18		LL	Boucle arrière locale	ETTD
25		TM	Mode d'essais	ETCD

On détaille ci-dessous le fonctionnement des circuits les plus importants.

Circuit 102 : masse électrique (broche 7).

Circuit 103 (TD Transmit Data) : ETDD → ETCD (broche 2).

Broche d'émission des données de l'ETDD vers l'ETCD.

Circuit 104 (RD Receive Data) : ETDD ← ETDD (broche 3).

Broche de réception de données de l'ETCD vers l'ETDD.

Circuit 105 (RTS Request To Send) : ETDD → ETCD (broche 4).

- L'état fermé impose à l'ETCD à se mettre en position d'émission sur la voie de données.
- L'état ouvert impose à l'ETCD à se mettre en position de non transmission après que la donnée transférée sur le circuit 103 (s'il y en a une) ait été émise.

Circuit 106 (CTS Clear To Send) : ETDD ← ETCD (broche 5).

- L'état fermé indique que l'ETCD est prêt à émettre des données sur la voie de données.

- L'état ouvert indique que l'ETCD n'est pas prêt à émettre des données sur la voie de données.

Circuit 107 (DSR Data Set Ready) : ETTD ← ETCD (broche 6).

- L'état fermé indique que l'ETCD est connecté à la voie de données et qu'il est prêt à échanger d'autres signaux de commande avec l'ETCD pour procéder ensuite à l'échange des données.
- L'état ouvert indique que l'ETCD n'est pas prêt pour l'échange de signaux de contrôle et de données car il n'est pas connecté à la voie de données.

Circuit 108 (DTR Data Terminal Ready) : ETTD → ETCD (broche 20).

Deux utilisations sont possibles :

- 108/1 : Connectez le poste de données sur la ligne.  
L'état fermé impose à l'ETCD à se connecter à la voie des données.  
L'état ouvert impose à l'ETCD à se déconnecter de la voie des données.
- 108/2 : ETTD prêt.  
L'état fermé autorise à l'ETCD à se connecter à la voie des données.  
L'état ouvert impose à l'ETCD à se déconnecter de la voie des données.

Circuit 109 (DCD Data Carrier Detect) : ETTD ← ETCD (broche 8).

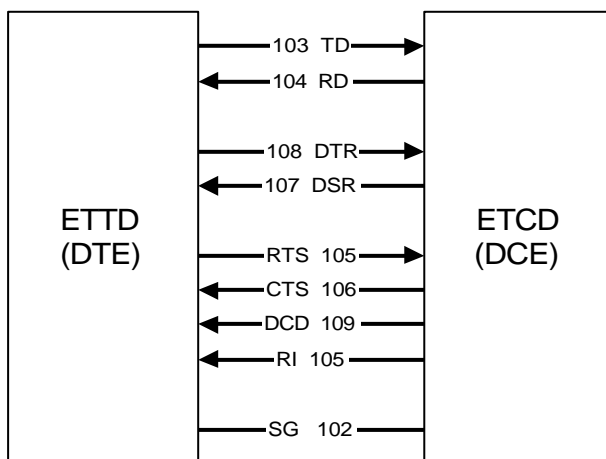
- L'état fermé indique que l'ETCD a reçu un signal sur la voie de donnée tout à fait conforme aux limites correspondantes à l'ETCD utilisé.
- L'état ouvert indique que l'ETCD a reçu un signal non convenable (ou pas de signal du tout) sur la voie de donnée.

Circuit 125 (RI Ring Indicator) : ETTD ← ETCD (broche 22).

- L'état fermé indique qu'un signal d'appel est reçu.
- L'état ouvert indique qu'aucun signal d'appel n'est reçu.

### **3.3 Câble de connexion entre ETTD et ETCD**

On se place dans le cas le plus fréquent qui consiste en une liaison constituée de 9 fils.



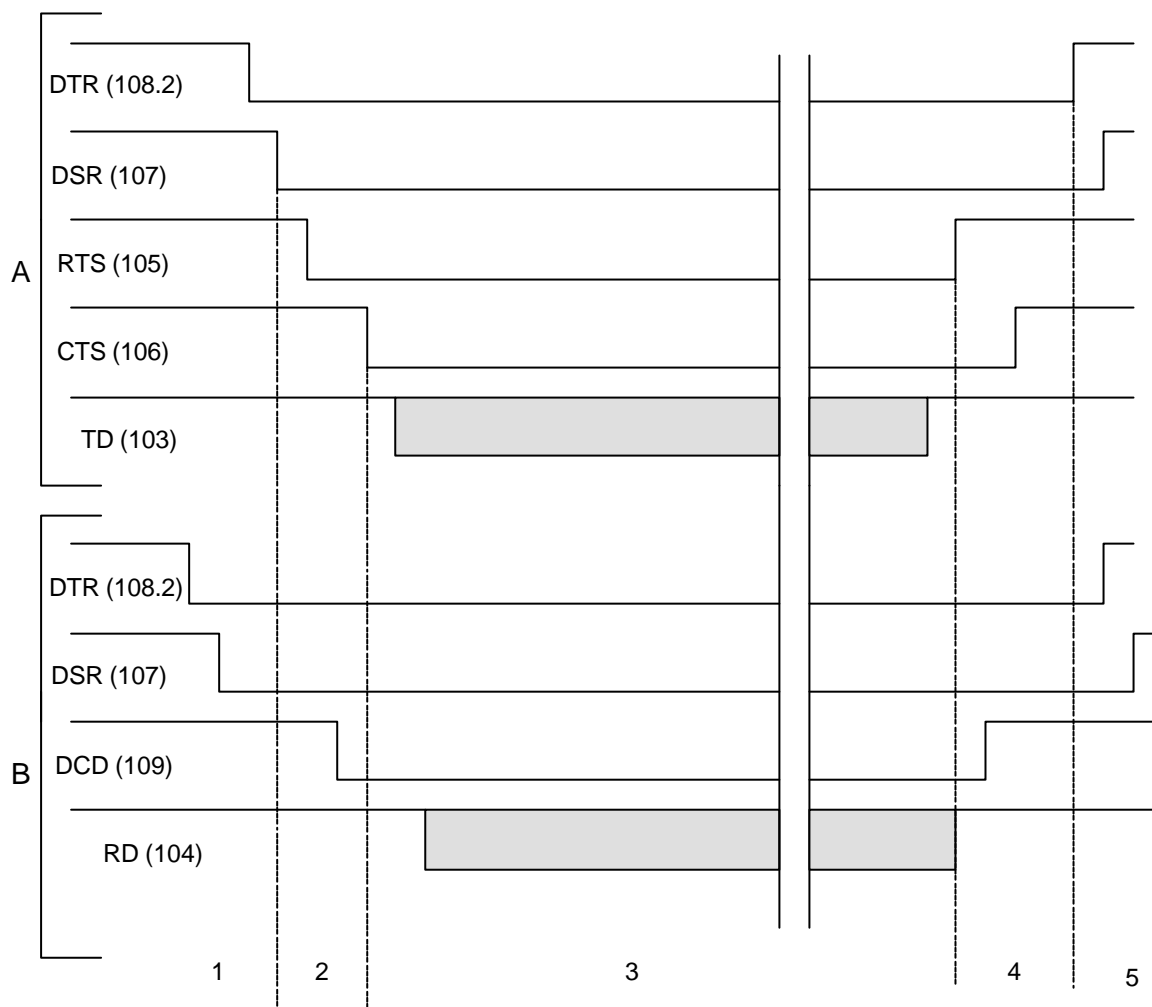
Les broches de N° identiques doivent être connectées entre elles : 1 avec 1, 2 avec 2, ...

On dit que le câble de connexion est droit.

### **3.4 Exemple d'une procédure de transfert de données**



Les ETCD sont des modems, la station A est émettrice, la station B est réceptrice.



Phase 1)

- L'ETTD B a demandé au modem B de se connecter à la ligne en fermant 108.2 (DTR), le modem B signale qu'il est prêt en fermant le circuit 107 (DSR). Cela peut venir au départ d'une détection d'appel par le modem B qui signale cet appel en fermant 125 (RI), l'ETTD B lui demande alors de prendre la ligne en fermant 108.2. La procédure de connexion est décrite par les avis V25 et V25bis.
- L'ETTD A demande au modem A de se connecter à la ligne en fermant 108.2 (DTR), le modem A signale qu'il est connecté fermant le circuit 107 (DSR).

Phase 2)

- L'ETTD A signale à l'ETCD A qu'il veut émettre en fermant le circuit 105 (RTS).
- L'ETCD A émet la porteuse sur la ligne (signal sinusoïdal de fréquence fixe) et ferme le circuit 106 (CTS) au bout d'un certain délai.
- L'ETCD B détecte la porteuse et ferme son circuit 109 (DCD).

Phase 3) Le transfert des données s'effectue.

Phase 4) Arrêt de la transmission des données par A : le circuit 105 de A (RTS) passe à 1.

Phase 5) Déconnexion par l'ouverture du circuit 108 de A.

## **4. NORMALISATION DES MODEMS**

Les normes portent sur l'interfaçage entre le modem et le réseau.

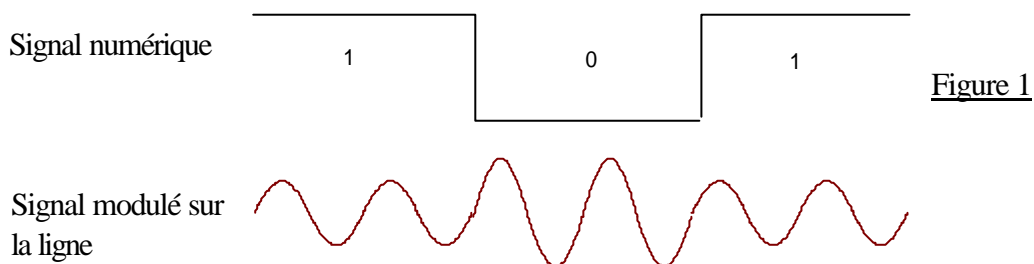
Le signal sur la ligne est analogique, le modem a notamment pour rôle de convertir le signal numérique en signal analogique lors de l'émission, et réciproquement de convertir le signal analogique reçu en signal numérique lors de la réception.

Dans le cas du réseau téléphonique, la bande passante pour chaque abonné va de 300hz à 3,4Khz. A l'émission, le principe repose sur la modulation des caractéristiques d'un signal sinusoïdal appelé porteuse en fonction de l'information binaire à transmettre.

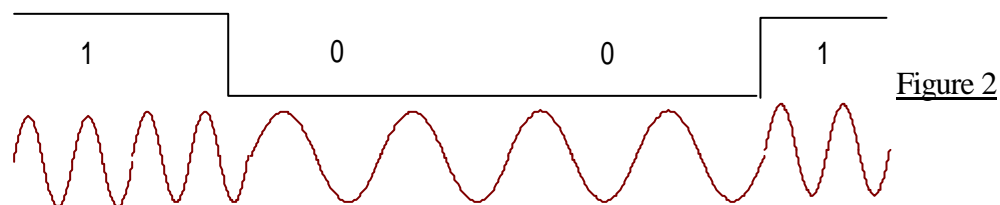
Il existe 3 types de modulation de base :

- La modulation d'amplitude : c'est l'amplitude de la porteuse qui est modulée en fonction de l'information.
- La modulation de fréquence : la fréquence de la porteuse varie en fonction de l'information à transmettre.
- La modulation de phase : la phase de la porteuse est modulée en fonction des informations à transmettre, ce type de modulation est actuellement le plus utilisé.

### **Modulation d'amplitude**



### **Modulation de fréquence**



La fréquence de la porteuse est  $F_0$ .

Un 0 logique module la porteuse à une fréquence  $F_0 + f_1$ , un 1 logique module la porteuse à une fréquence  $F_0 - f_1$ .

## La modulation de phase

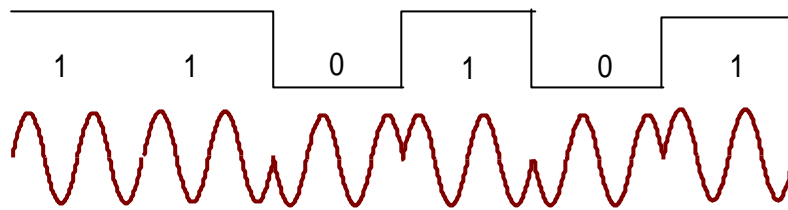


Figure 3

La porteuse effectue un saut de phase de  $180^\circ$  pour coder un 0 logique. La phase est nulle pour coder un 1 logique.

## Modulation à 4 niveaux de codage

Les 3 dessins précédents présentent une modulation appelée modulation à 2 niveaux de codage. Il y a 1 bit par intervalle élémentaire de modulation.

On prend l'exemple de la modulation de phase, on transmet 2 bits par intervalle élémentaire de modulation du signal sur la ligne, on a 4 combinaisons possibles, 00, 01, 11 et 10, il faut donc 4 phases différentes pour le signal modulé, on choisit les phases suivantes :

dibit 00 : signal avec une avance de phase de  $90^\circ$

dibit 01 : signal avec une phase nulle

dibit 10 : signal avec une avance de phase de  $180^\circ$

dibit 11 : signal avec une avance de phase de  $270^\circ$

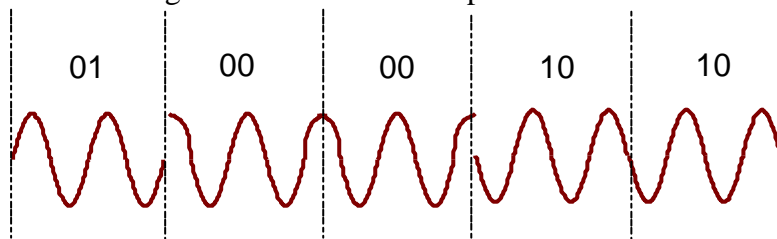
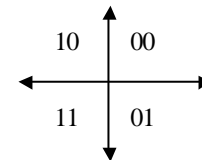


Figure 4



## Rapidité de modulation

On désigne par T l'intervalle de temps élémentaire du signal modulé (durée d'un symbole du signal modulé).

La rapidité ou vitesse de modulation est égale au nombre d'intervalles de modulation par seconde :

$$R = 1 / T$$

Le débit binaire D est le nombre de bits par seconde transmis entre l'ETTD et l'ETCD : D caractérise la vitesse de transmission numérique.

Dans le cas des figures 1, 2 et 3 où la modulation est à 2 niveaux, on a un bit qui est transmis pendant un intervalle de temps T, on dit que la vitesse de modulation R est égale au débit binaire D.

Dans le cas de la figure 4 où la modulation est à 4 niveaux, on a 2 bits transmis pendant un intervalle de temps T, on dit que le débit binaire D est deux fois supérieur à la vitesse de modulation R.

Si D est le débit binaire en bits par seconde et si la modulation est à q états on a :

$$D = q \cdot R$$

D Débit binaire en bits/s  
R Rapidité de modulation en bauds

On a au total  $q^2$  états de modulation, on dit que la valence du signal modulé est égale à  $q^2$ .

Il existe de nombreuses normes de modem, les constructeurs proposent actuellement des modems qui supportent plusieurs normes. On ne présente ici que quelques normes de modem pour illustrer le cours.

**La norme V21** 300 bits/s, asynchrone, FSK

	Bit	Fréquence
Appelant	0	1180 hz
	1	980 hz
Appelé	0	1850 hz
	1	1650 hz

**La norme V22** 1200 ou 600 bits/s, asynchrone ou synchrone, PSK

La bande passante est centrée sur 1200 hz à l'émission, sur 2400 hz à la réception.

600 bits/s	1200 bits/s	
bit	dibit	Phase (°)
0	00	90
--	01	0
1	11	270
--	10	180

**La norme V22 bis** 1200 ou 2400 bits/s, asynchrone ou synchrone, PSK

**La norme V27** 4800 bits/s, simplex (type Fax), asynchrone ou synchrone, PSK

Tribit	Phase (°)	Tribit	Phase (°)
001	0	111	180
000	45	110	225
010	90	100	270
011	135	101	315

La porteuse est à 1800 hz.

**La norme V32** 9600 bits/s, synchrone ou asynchrone, AM + PSK, porteuse à 1800 hz

On désigne quelquefois modulation QAM l'association des 2 types de modulation AM et PSK.

**La compression des données**

Les normes V32bis et V34 autorisent respectivement des débits binaires de 14400 bits/s et 33600 bits/s. Le fonctionnement des modems à des débits binaires aussi élevés est obtenu par la mise en œuvre d'algorithmes de compression de données.

On peut citer le standard V42 bis qui est basé sur la méthode Lempel-Ziv.

Il existe aussi des protocoles de correction d'erreur, la norme V42 ainsi que les protocoles MNP1 à MNP4 (Microcom Network Protocol qui ne sont pas normalisés par le CCITT). Le protocole MNP5 effectue la compression des données et la correction des erreurs.

### **Les commandes HAYES**

Le jeu de commandes Hayes, du nom du constructeur américain, permet de commander de manière logicielle le modem à partir d'un ordinateur ou d'un terminal.

Une commande Hayes est constituée d'une séquence de caractères validée par un "retour chariot" (touche Entrée), cette suite de codes ASCII est envoyée par la liaison série au modem.

La quasi-totalité des commandes Hayes commencent par les 2 caractères "AT" (comme ATtention).

On donne ici quelques exemples de ces commandes.

ATH1	Demande au modem de décrocher.
ATZn	Initialise le modem avec la configuration n (n est un entier).
ATDP0144221100	Compose le numéro 0144221100 par impulsions décimales.
AT&I1	Contrôle de flux XON/XOFF des données reçues de l'ordinateur distant par l'ordinateur local.
AT&I2	Contrôle de flux XON/XOFF des données reçues du modem par l'ordinateur local.
AT&N6	Fixe le débit binaire à 9600 bits/s, raccroche si la liaison ne peut s'établir.
ATH0	Demande au modem de raccrocher.

Ces commandes donnent lieu à la transmission d'un code de retour par le modem vers le terminal de commande.

## **5. LE CONTROLE DE FLUX DES DONNEES**

Un récepteur peut rapidement se trouver "engorgé" par les caractères reçus de l'émetteur, cela veut dire que le récepteur ne peut pas exploiter les données aussi rapidement qu'elles sont émises.

Pour éviter des pertes de données, il faut que le récepteur oblige l'émetteur à suspendre son émission. Puis, quand il est de nouveau prêt, l'autorise à reprendre ses envois.

Ce mécanisme est appelé contrôle du flux des données : le récepteur n'autorise l'émission que lorsqu'il est prêt à recevoir.

Il existe 2 méthodes pour assurer ce contrôle :

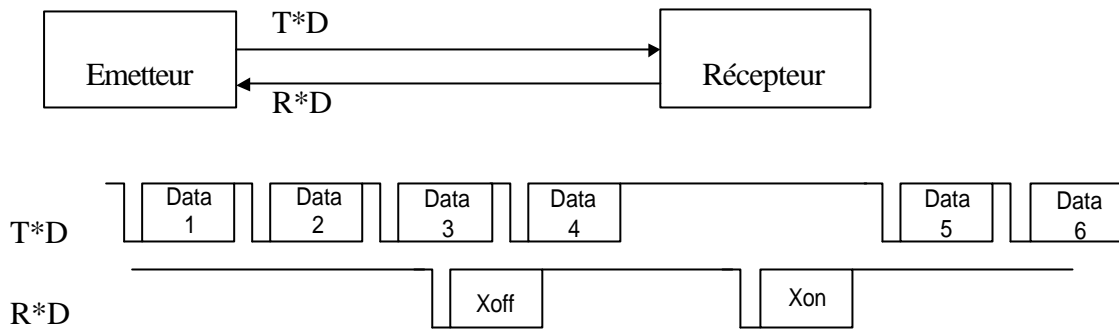
- une méthode dite logicielle qui nécessite une liaison full duplex,
- une méthode dite matérielle qui nécessite au moins une ligne de contrôle.

### **5.1 Protocole Xon/Xoff**

La gestion de flux logicielle est assurée par l'émission des caractères Xon et Xoff par le récepteur :

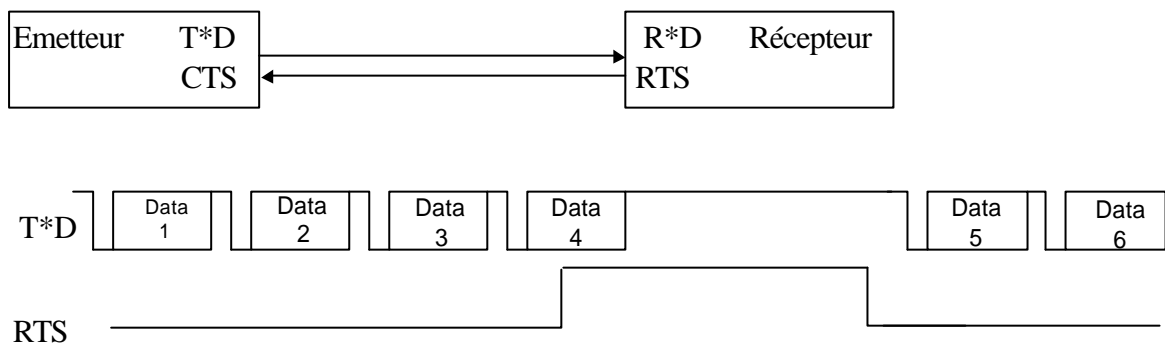
- Le récepteur émet un Xoff (0x13 ou ^s) vers l'émetteur afin qu'il suspende son émission.

- Le récepteur émet un Xon (0x11 ou ^q) vers l'émetteur afin qu'il reprenne son émission.



## **5.2 Contrôle de flux matériel**

La ligne de contrôle CTS-RTS permet au récepteur de contrôler l'émetteur.



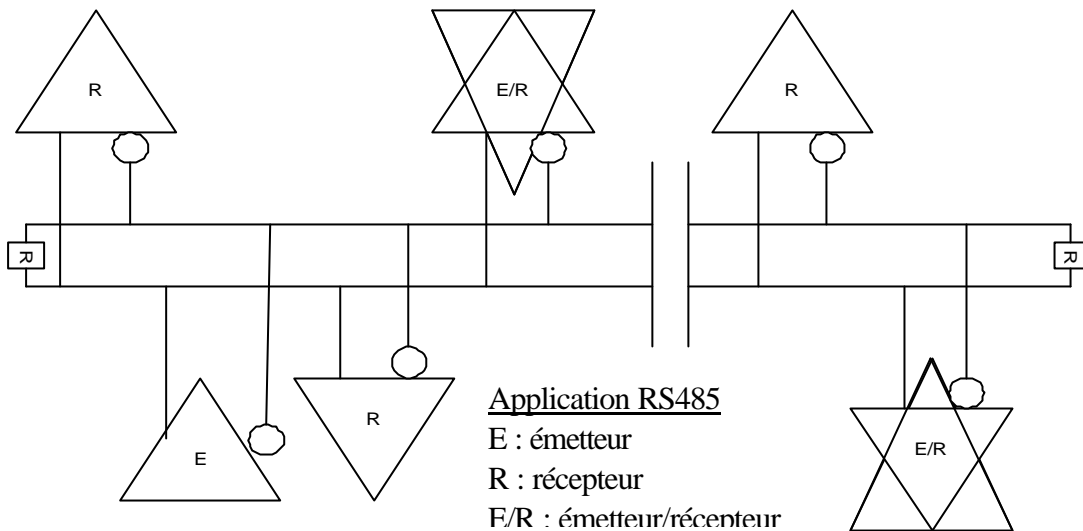
Le récepteur positionne à 1 sa sortie RTS afin de bloquer l'émetteur.

## **6. LES STANDARDS RS422 ET RS485**

Ces standards sont très utilisés dans les réseaux locaux de terrain (réseaux d'automates programmables), ils permettent la connexion d'un poste de commande "maître" avec des automates "esclaves" à l'aide d'un câble constitué de 2 fils. Les réseaux Factor, Lac, Modbus, Jbus mettent en oeuvre ces standards (Modbus et Jbus sont en asynchrone).

La liaison électrique est constituée de 2 fils en mode différentiel, la longueur maximale du câble avoisine 1200 m et le débit binaire maximal autorisé est de 10 Mbits/s.





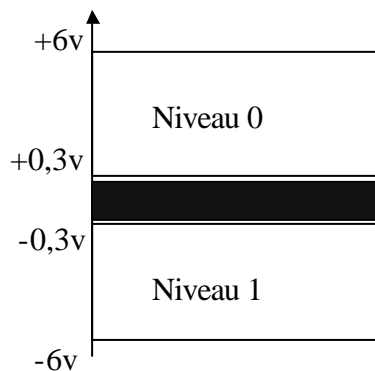
Le figure précédente présente le principe d'un réseau RS485, la valeur typique des résistances de terminaison R est de 150Ω.

Les normes RS422 et RS485 permettent des liaisons multi-points (plusieurs émetteurs et récepteurs) alors la norme RS232 est prévu pour une liaison point à point (ou bi-point).

Caractéristiques principales des standards RS422 et RS485

Spécifications	RS422	RS485
Mode	Différentiel	Différentiel
Nombre maximal d'émetteurs	1	32
Nombre maximal de récepteurs	32	32
Longueur maximale du câble	1200 pieds	1200 pieds
Débit binaire maximal	10 Mbits/s	10 Mbits/s
Tension différentielle	-7v à +12v	-7v à +12v

Valeurs typiques de la tension différentielle



De nombreux constructeurs proposent des composants pour effectuer l'interfaçage RS485⇔TTL, on donne en annexe page 3/3 des composants de NS