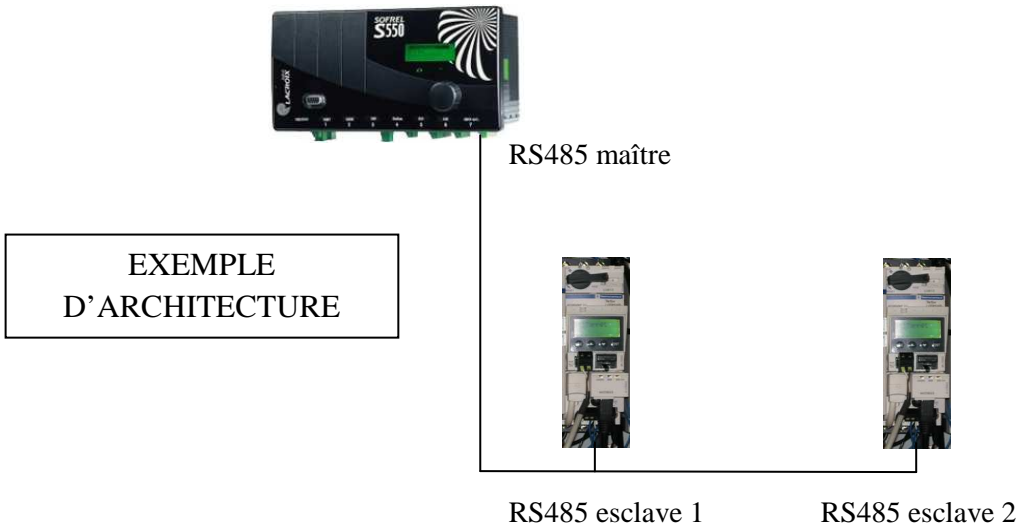


# LIAISON SERIE MODBUS

- 1. INTRODUCTION AU BUS DE TERRAIN MODBUS :.....2
  - 1.1. Généralités :.....2
  - 1.2. Principe général :.....2
- 2. LIAISON SERIE RS485 : .....3
  - 2.1. Transmission série asynchrone :.....3
  - 2.2. Transmission série synchrone :.....3
  - 2.3. Câblage liaison Modbus RS485 : .....3
  - 2.4. Liaison symétrique : .....4
  - 2.5. Différences majeures avec la norme RS232 :.....4
- 3. LES TYPES DE TRANSMISSIONS : .....5
  - 3.1. Transmission simplex : mono-directionnel .....5
  - 3.2. Transmission half-duplex : bi-directionnel alterné.....5
  - 3.3. Transmission full-duplex : bi-directionnel simultané.....5
- 4. LES SUPPORTS PHYSIQUES : .....6
  - 4.1. Les principaux supports utilisés.....6
  - 4.2. Quelques standards électriques en paire torsadée.....6
- 5. TRAME MODBUS : .....7
  - 5.1. Principe général : .....7
  - 5.2. Trame MODBUS RTU (Remote Terminal Unit ↔ Unité Terminale Distante) : .....7
  - 5.3. Transmission d'un message : .....8
  - 5.4. Trame MODBUS ASCII : .....8
- 6. PARAMETRAGE DE LA COMMUNICATION MODBUS : .....8



## 1. INTRODUCTION AU BUS DE TERRAIN MODBUS :

### 1.1. Généralités :

Le bus Modbus répond aux architectures Maître/Esclave. Il a été créé par la société Modicon pour interconnecter les automates programmables. Ce protocole a rencontré beaucoup de succès depuis sa création du fait de sa simplicité et de sa bonne fiabilité.

- Historique :
  - o 1979 : Création de MODBUS par MODICON (Modular Digital Controller).
  - o 1994 : Modicon fusionne avec Schneider (Telemecanique / April / Square D).
  - o 2003 : Transfert de compétences Schneider à MODBUS-IDA.
  - o 2004 : Pré-Standard international IEC62030.
  - o 2004 : MODBUS/TCP leader mondial (840000 nœuds).
  - o 2005 : MODBUS adopté en tant que standard chinois.
- Domaines d'utilisation :
  - o Manufacturier, Infrastructures, Energie, Bâtiment.
- Applications :
  - o Echanges automate  $\Leftrightarrow$  périphérie décentralisée.
  - o Echanges supervision  $\Leftrightarrow$  automate.

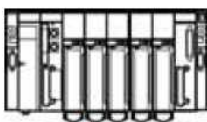
### 1.2. Principe général :

Le bus est composé d'une station Maître et de stations esclaves. Seule la station Maître peut être à l'initiative de l'échange (la communication directe entre stations Esclaves n'est pas réalisable). Le maître peut s'adresser aux esclaves individuellement ou envoyer un message de diffusion générale à tous les esclaves. Les esclaves renvoient un message (réponse) aux requêtes qui leur sont adressées individuellement. Les requêtes de diffusion générale n'attendent pas de réponses en retour.

### Principe

Le protocole Modbus est un protocole maître-esclave.

Maître



Les communications directes entre esclaves sont impossibles.

Un seul équipement peut émettre sur la ligne à tout moment. Le maître gère les échanges et lui seul peut prendre l'initiative. Il interroge chacun des esclaves successivement. Aucun esclave ne peut envoyer de message à moins qu'il ne soit invité à le faire. Le maître répète la question lorsqu'un échange est incorrect et déclare l'esclave interrogé absent si aucune réponse n'est reçue dans un délai donné. Si un esclave ne comprend pas un message, il envoie une réponse d'exception au maître. Le maître peut réitérer ou non la requête.

Le bus Modbus RS485 peut accueillir 32 nœuds : 1 maître et jusqu'à 31 esclaves.

## 2. LIAISON SERIE RS485 :

### 2.1. Transmission série asynchrone :

En environnement industriel on préfère utiliser la transmission Série asynchrone plus simple à mettre en œuvre et moins coûteuse. La ligne peut ne comporter qu'un fil; on en utilise en général 3: **émission; réception; masse.**

Les éléments binaires d'informations (bits) d'un mot ou caractère sont alors envoyés successivement les uns après les autres (sérialisation) au rythme d'un signal d'horloge. Le récepteur effectue l'opération inverse: transformation Série / parallèle à partir de son horloge ayant la même fréquence que celle de l'émetteur.

#### ■ Transmission série asynchrone :

Les informations peuvent être transmises de façon irrégulière, cependant l'intervalle de temps entre 2 bits est fixe.

Des bits de synchronisation (START, STOP) encadrent les informations de données.

### 2.2. Transmission série synchrone :

Pour une transmission synchrone, c'est la réception du signal d'horloge sur un fil séparé ou contenu dans les données (code Manchester) qui lance exploitation des données par le récepteur.

#### ■ Transmission série synchrone :

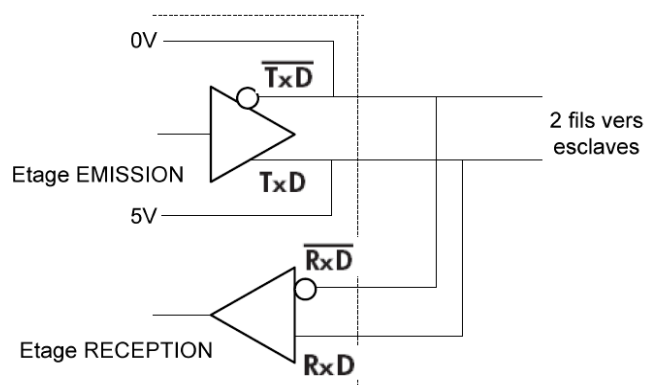
Les informations sont transmises de façon continue.

Un signal de synchronisation est transmis en parallèle aux signaux de données.

### 2.3. Câblage liaison Modbus RS485 :

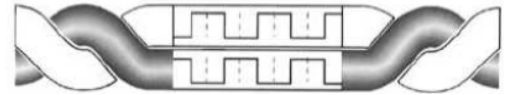
RS485 est une liaison série, de type asynchrone, différentielle qui permet un débit élevé (jusqu'à 10 Mégabits/secondes) sur une distance importante (jusqu'à 1200 mètres).

Elle dispose de 2 bornes d'émission polarisées notées Tx(+), Tx(-) ou  $\overline{\text{TxD}}$  et de 2 bornes de réception polarisées notées Rx(+), Rx(-) ou  $\overline{\text{RxD}}$ .

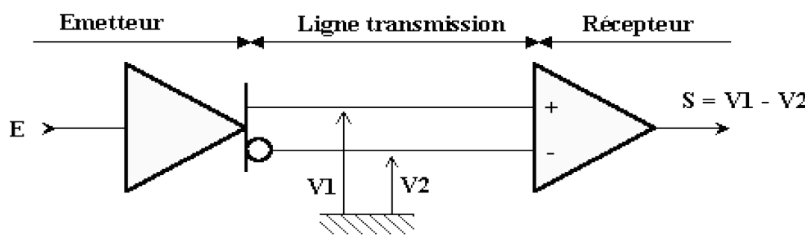


**2.4. Liaison symétrique (ou différentielle) :**

Une liaison symétrique comporte deux conducteurs actifs par sens de transfert. L'émetteur possède un amplificateur différentiel qui va transmettre les états logiques à la double ligne de transmission sous forme de deux tensions V+ et V- ou V- et V+ selon le niveau logique.



Le récepteur est un montage à amplificateur opérationnel, il n'est donc concerné que par la différence de tension entre les deux fils de ligne.

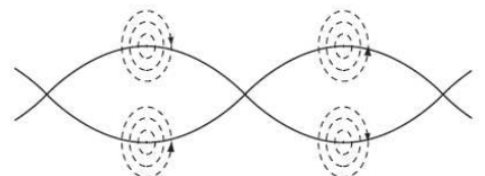


E	V1	V2	S
0	-V	+V	-2V
1	+V	-V	+2V

La liaison symétrique ou différentielle permet de transmettre des données sur de grandes distances à des vitesses élevées. Elle est **peu sensible aux parasites induits**, ceux-ci affectent les deux fils de la ligne et se trouvent inhibés par l'entrée différentielle du récepteur.

E	V1	V2	Parasite	S = V1 - V2
0	-V	+V	vp	$(-V+vp) - (+V+vp) = -2V$
1	+V	-V	vp	$(+V+vp) - (-V+vp) = +2V$

**Sensibilité aux champs magnétiques :** Les câbles torsadés sont moins sensibles aux champs magnétiques car les tensions induites par les variations de flux s'annulent mutuellement.



**2.5. Différences majeures avec la norme RS232 :**

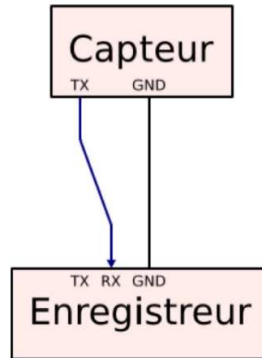
La norme RS485, contrairement à la norme RS232, ne définit que les caractéristiques électriques de la couche physique. Les principales différences sont le medium de communication (une paire torsadée), un mode de tensions différentielles, et la possibilité de travailler en réseau (et non en mode point à point).

	RS232	RS485
Connexion	Point à point	Bus
Emetteurs / récepteurs	1 / 1	32 / 32
Couplage électrique	Mode asymétrique	Mode symétrique (différentiel)
Support physique	2 fils de données + masse	1 paire torsadée
Type de liaison	Full duplex	Half duplex
Débit maximum	20 kb/s	10 Mb/s
Portée typique	10 m	1 km

### 3. LES TYPES DE TRANSMISSIONS :

#### 3.1. Transmission simplex : mono-directionnel

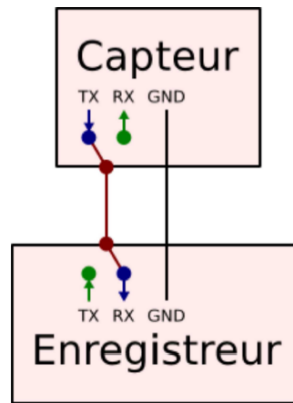
- Unidirectionnelle.
- Les données sont transmises dans un seul sens.
- Ce mode de communication est utilisé quand il n'est pas nécessaire pour l'émetteur d'obtenir une réponse de la part du récepteur. Un circuit électronique comme un capteur qui envoie régulièrement et de manière autonome des données pourra utiliser une liaison simplex.



Si l'on prend l'exemple d'un capteur et d'un système d'enregistrement, la communication **simplex** permettrait au capteur de transmettre ses données de manière autonome, sans être en mesure de recevoir des commandes ou des accusés de réception de la part de l'enregistreur.

#### 3.2. Transmission half-duplex : bi-directionnel alterné

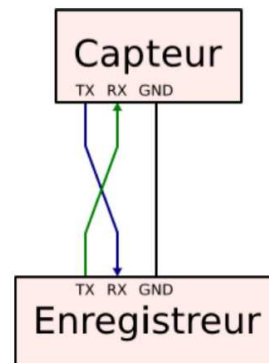
- Bidirectionnelle.
- La transmission est possible dans les 2 sens, mais pas simultanément.
- Il ne peut y avoir sur la ligne qu'un seul équipement en train d'émettre.
- Dans la communication half-duplex, deux systèmes interconnectés sont capables d'émettre et de recevoir chacun leur tour.
- Il faut que les systèmes communicants soient en mesure de déterminer qui a le droit de parler. Dans le cas contraire, on risque d'avoir une collision (quand les deux systèmes tentent de parler simultanément).



Si l'on prend l'exemple d'un capteur et d'un système d'enregistrement, la communication **half-duplex** permettrait par exemple au capteur de se mettre en attente d'une requête de l'enregistreur, puis, à la demande de celui-ci de transférer les données mesurées.

#### 3.3. Transmission full-duplex : bi-directionnel simultanément

- Bidirectionnelle.
- Les données sont reçues ou transmises simultanément dans les 2 sens. Deux systèmes interconnectés sont capables d'émettre et de recevoir simultanément.



Si l'on prend l'exemple d'un capteur et d'un système d'enregistrement, la communication **full-duplex** permettrait au capteur de transmettre ses données quand bon lui semble, tout en autorisant le système d'enregistrement à lui envoyer des commandes à tout moment.

Pour des raisons liées au coût et à la robustesse, la plupart des réseaux de communication industriels utilisent :

⇒ Une transmission numérique série asynchrone **half-duplex**.

L'avantage de ce système de communication par rapport au mode full-duplex est qu'il réduit par deux le nombre de canaux de communication nécessaires.

## 4. LES SUPPORTS PHYSIQUES :

### 4.1. Les principaux supports utilisés.

Les supports de transmission ou MEDIUMS influent sur :

- Vitesse,
- Distance,
- Immunité électro-magnétique.

Mediums les plus utilisés :

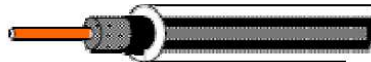
- La paire de fils torsadés :

Le plus **simple** à mettre en œuvre, et le **moins cher**. C'est le plus utilisé sur les bus de terrain.



- Le câble coaxial :

Il se compose d'un conducteur en cuivre, entouré d'un écran mis à la terre. Entre les deux, une couche isolante de matériau plastique. Le câble coaxial a d'excellentes propriétés électriques et se prête aux transmissions à **grande vitesse**. Plus difficile à mettre en œuvre.



- La fibre optique :

Ce n'est plus un câble en cuivre qui porte les signaux électriques mais une fibre optique qui transmet des signaux lumineux. Convient pour les **environnements industriels agressifs**, les transmissions sont sûres, et les **longues distances** (maxi 10000 mètres).



Coût du  
médium  
**Faible**



**Important**

### 4.2. Quelques standards électriques en paire torsadée.

- RS232 :

Liaison point à point par connecteur SUB-D 25 broches.  
Distance < 15 mètres, débit < 20 kbits/sec.

- RS422A :

Bus multipoint full duplex (bi directionnel simultané) sur 4 fils.  
Bonne immunité aux parasites,  
Distance maxi 1200 mètres à 100 kbits/sec.  
2 fils en émission, 2 fils en réception.

- RS485 :

Bus multipoint **half duplex** (bi directionnel alterné) sur 2 fils.  
Mêmes caractéristiques que RS422A mais sur 2 fils.

**5. TRAME MODBUS :**

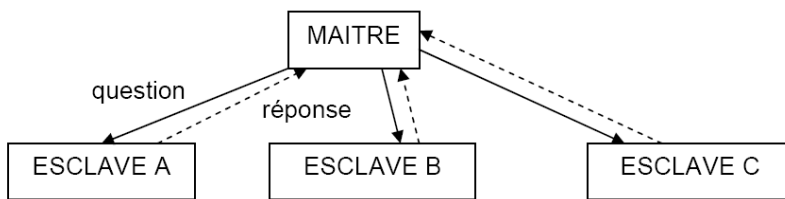
Les trames sont de 2 types :

- Mode RTU (Remote Terminal Unit) : les données sont sur 8 bits.
- Mode ASCII : les données sont sur 7 bits (les trames sont donc visibles en hexadécimal et il faut deux caractères pour représenter un octet).

Ce dernier mode est quasiment tombé en désuétude.

**5.1. Principe général :**

Le protocole Modbus consiste en la définition de trames d'échange.



Le maître peut aussi diffuser un message à tous les esclaves présents sur le réseau. Ceux-ci exécutent l'ordre du message sans émettre une réponse.

Le maître envoie une **demande** et attend une **réponse**.

**5.2. Trame MODBUS RTU (Remote Terminal Unit ↔ Unité Terminale Distante) :**

Le mode de transmission utilisé est le mode RTU. La trame ne contient ni octet d'en-tête de message, ni octet de fin de message. Elle est définie de la manière suivante :

START	Adresse	Fonction	Données	CRC	END
Silence	1 octet	1 octet	n octets	2 octets	Silence

N° esclave	Code fonction	1er paramètre		Autres paramètres	CRC16	
1 octet	1 octet	PF : 1 octet	Pf : 1 octet	N octets	PF : 1 octet	Pf : 1 octet

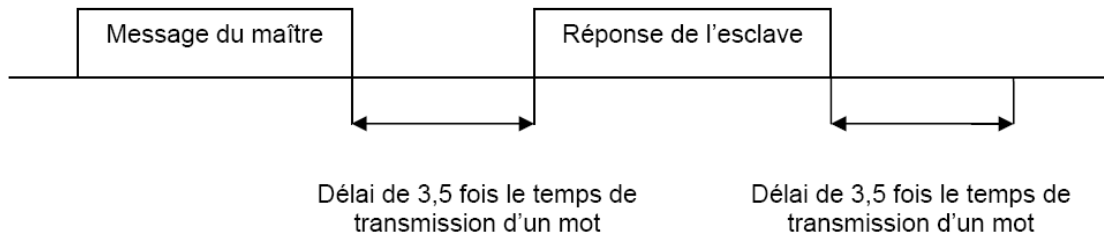
- **N° esclave** : de 1 à 247.
- **N° fonction** :
  - 01 : Lecture de n bits de sortie consécutifs,
  - 02 : Lecture de n bits de sortie consécutifs,
  - 03 : Lecture de n mots de sortie consécutifs,
  - 04 : Lecture de n mots d'entrées consécutifs,
  - 05 : Ecriture d'un bit interne ou de sortie,
  - 06 : Ecriture d'un mot interne ou registre...

Il existe 19 fonctions possibles sur Modbus. Ces fonctions sont codées sur 1 octet en hexadécimal, tous les équipements ne supportent pas toutes les fonctions.

- **1<sup>re</sup> paramètre** : Adresse du bit ou du mot adressé.
- **2<sup>ème</sup> paramètre** : Quantité de mots adressés ou valeur du bit ou du mot écrit selon la fonction utilisée.
- **Autres paramètres** : Données écrites dans plusieurs mots consécutifs.
- **CRC16** : Contrôle par redondance cyclique pour détecter les erreurs de transmission.
- La détection de fin de trame est réalisée sur un silence supérieur ou égal à 3 caractères.

### 5.3. Transmission d'un message :

Avant et après chaque message, il doit y avoir un silence équivalent à 3,5 fois le temps de transmission d'un mot.



L'ensemble du message doit être transmis de manière continue. Si un silence de plus de 1,5 fois le temps de transmission d'un mot intervient en cours de transmission, le destinataire du message considérera que la prochaine information qu'il recevra sera l'adresse du début d'un nouveau message.

### 5.4. Trame MODBUS ASCII :

Chaque octet composant une trame est codé avec 2 caractères ASCII (2 fois 8 bits).

START	Adresse	Fonction	Données	LRC	END
1 caractère	2 caractères	2 caractères	n caractères	2 caractères	2 caractères

Le mode ASCII permet d'avoir des intervalles de plus d'une seconde entre les différents caractères sans que cela ne génère d'erreurs, alors que le mode RTU permet un débit plus élevé pour une même vitesse de transmission.

## 6. PARAMETRAGE DE LA COMMUNICATION MODBUS :

Il faut ajuster les paramètres de communication entre le maître et l'esclave :

- Vitesse de communication : **9600** ou **19200** bits/seconde,
- Données (trame) : **8** bits,
- Parité : **Paire** (even), **impaire** (odd) ou **sans parité**,
- Arrêt : **1** ou **2** bits de stop.

**Exemple :** **8E1** (8 bits de données, parité paire, 1 bit de stop)

Avant l'émission du message, le signal est au niveau logique « 1 » tant qu'aucune transmission n'est en cours.

