



Faculté des sciences et technologie

---

# Bus de communication et réseaux industriels

## Bus de terrain

---

**Mr. ABAINIA**

Licence Automatique



# Bus de terrain

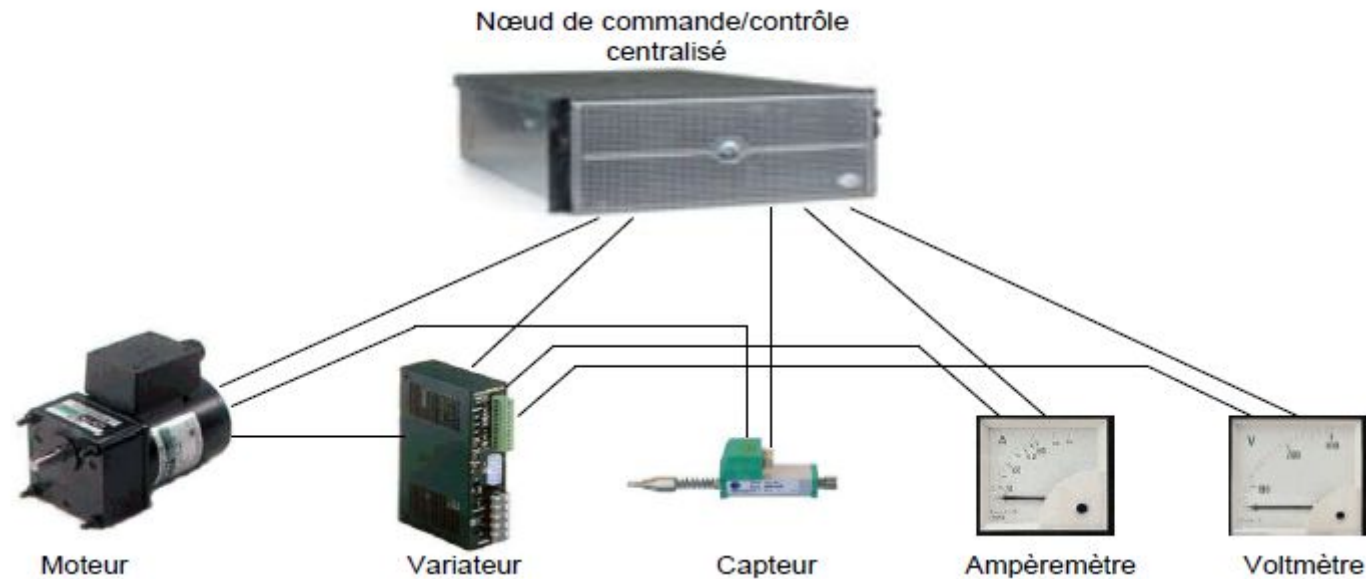


**Terrain** = espace limité ou **délimité géographiquement** (i.e. usine, atelier, voiture, etc.)

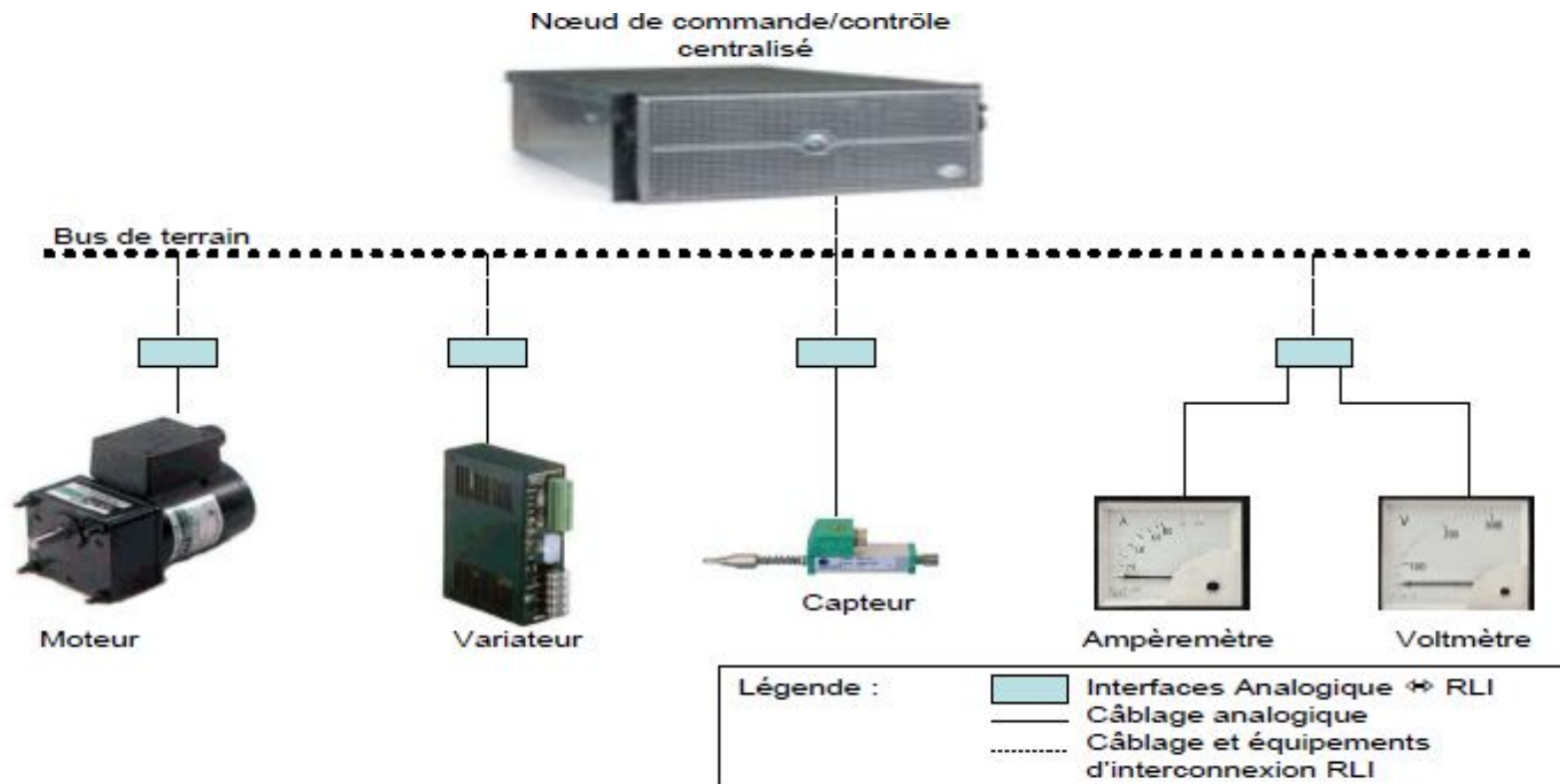
**Bus** = **ensemble** de **conducteurs communs** entre plusieurs circuits permettant l'échange de données entre eux

**Bus de terrain** = **ensemble** de conducteurs **liants** les différents capteurs et actionneurs dans un terrain

**But** = remplacement des boucles de courants 4-20 mA



- ❖ **Couteuse** et **complexe** à déployer avec un **grand** nombre d'équipement
- ❖ **Rajout** d'un équipement nécessite la **reprogrammation** complète
- ❖ **Coût** et complexité du câblage p-p **limite l'extension** lorsque la **distance** entre les équipements **augmente**



❖ **Diminution** de câblage et de sa complexité

❖ **Rajout** ou **retrait** facile d'un équipement sans reprogrammation de l'installation



Il permet une communication **bidirectionnelle, sérielle, et multibranche** (multidrop) reliant différents types d'équipements : E/S déportées, Capteur / Actionneur, Automate programmable (API), CNC, Calculateur, PC Industriel, etc.



# Historique et contraintes des bus

► Évolution des structures de contrôle/commande des automatismes programmés

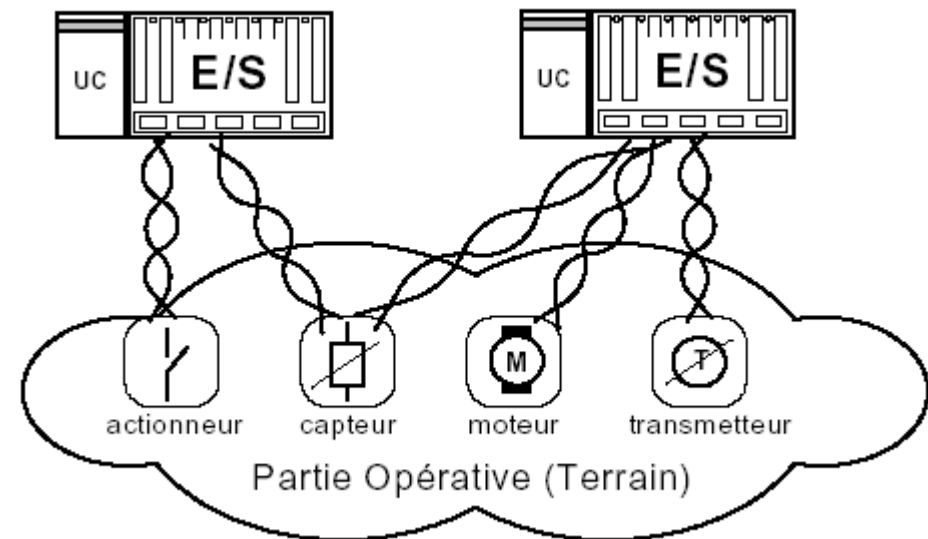
<1980 Automatismes indépendants

**Gestion indépendante des UC**

**Contrôle centralisé**

**Distance de câblage (*kilomètres*)**

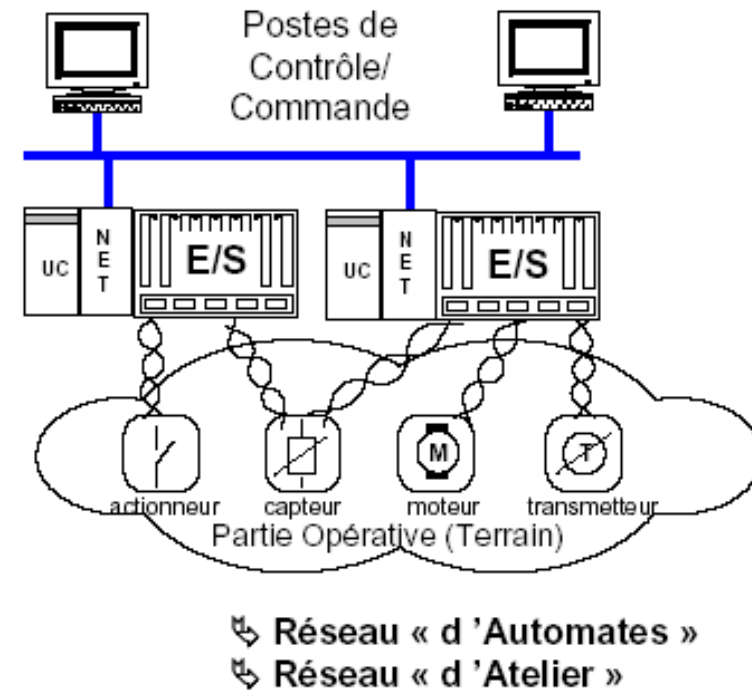
**Autant de câble que de capteur/actionneurs**





# 1985 Automatismes en réseau

**Contrôle distribué**

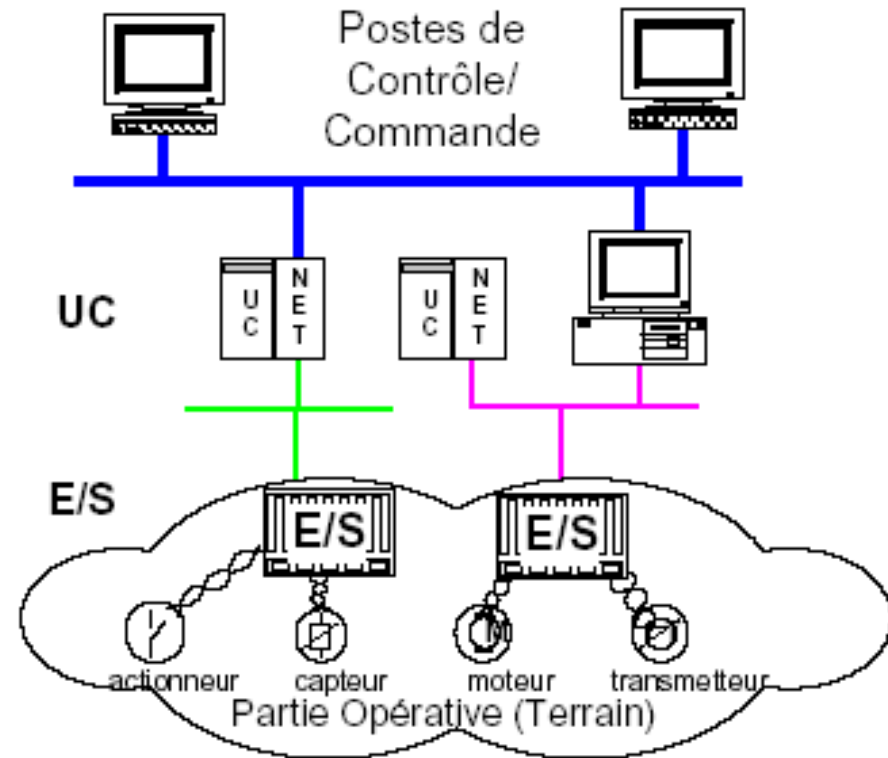


**Distance de câblage (*dizaines de mètres*)**

# 1993 Automatismes hiérarchisés

Gestion coordonnée des UC

Contrôle distribué



↳ Réseau d'Entrées / Sorties Déportées

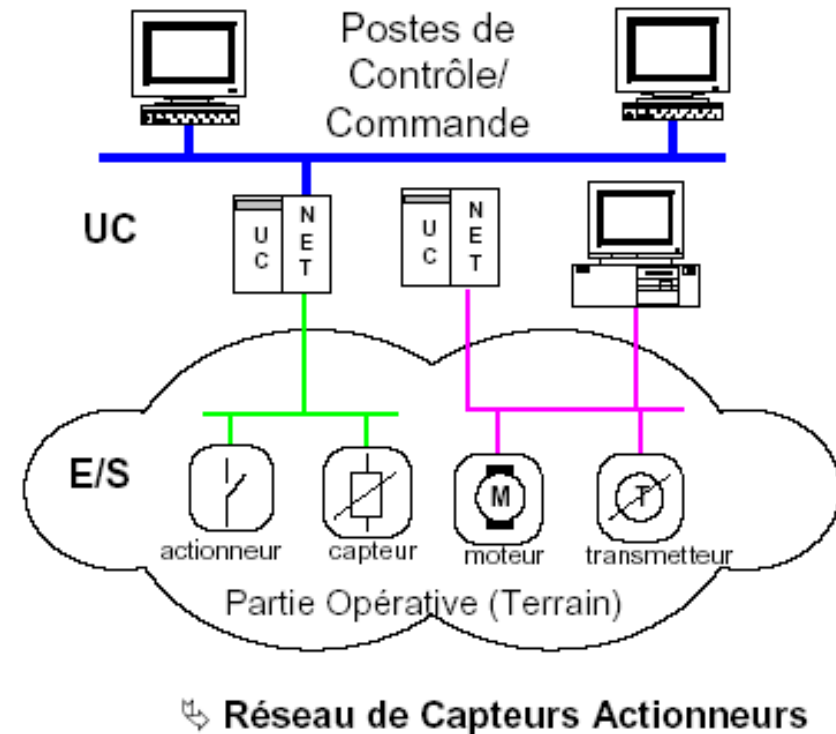
Distance de câblage (qq mètres)



# 1996 Automatismes répartis et distribués en réseau

**Gestion hiérarchisée de la commande**

**Contrôle distribué**



**Les capteurs/actionneurs sont directement sur le réseau**

**Distance de câblage analogique E/S → 0**



# Objectifs des bus de terrain



- ✓ **Réduction des coûts (*étude, câblage, mise en œuvre,..*)**
- ✓ **Amélioration de la maintenance**
- ✓ **Fiabilisation des informations**
- ✓ **Permettre le temps réels**
- ✓ **Réseaux non propriétaire**
- ✓ **Interchangeabilité**
- ✓ **Interopérabilité**



# Contraintes industrielles



## ❖ Hétérogénéité des équipements

**Ouverture/non propriétaire**

**Interopérabilité (coordination avec d'autres équipements )**

**Interchangeabilité (remplacement sans reconfiguration)**

## ❖ Environnement "dur"

**Immunité aux parasites / connectique**

## ❖ Rapidité de fonctionnement

**Temps réel/déterminisme**

## ❖ Sûreté de fonctionnement

**Sûreté / redondance**



# Classification des bus de terrain





## **Bus de terrain = tout bus de communication industrielle**

**On distingue par complexité décroissante:**

- ❖ Bus d'usine (data bus): permet la communication entre l'automatisme et le monde informatique et basé sur Ethernet**
  
- ❖ Bus de terrain (field bus ou device bus): permet d'interconnecter des unités de traitement et des périphériques**
  
- ❖ Bus de bas niveau (sensor bus): permet de relier les capteurs/actionneurs avec les UCs**



## Bus de terrain hors ateliers

- ❖ **Bâtiment et domotique: supervision de l'éclairage, chauffage, ascenseur, sécurité d'accès et incendie, etc.**
- ❖ **Distribution électrique: télécommande, délestage sur incident, gestion des réseaux, synchronisation des équipements**
- ❖ **Infrastructures (autoroutes, tunnels, ...) : gestion et surveillance de la ventilation, de l'éclairage, de la signalisation, de la vidéo surveillance, etc.**
- ❖ **Embarqué (voiture, avion, bateau, machines agricoles, robot) : aide au pilotage, gestion de la sécurité, réglage du confort, etc.**



# Transmission des données



## **Il y a deux contraintes à prendre en considération:**

- ❖ Toutes les informations transmises dans le même support doivent avoir le même format (informations numériques)**
- ❖ L'objectif est du réseau étant de réduire le coût de câblage, donc on optera pour une liaison en série**

## Transmission parallèle

Tous les bits sont transmis simultanément

Des lignes supplémentaires permettent de valider la transmission

### AVANTAGE :

Rapidité

La transmission des données

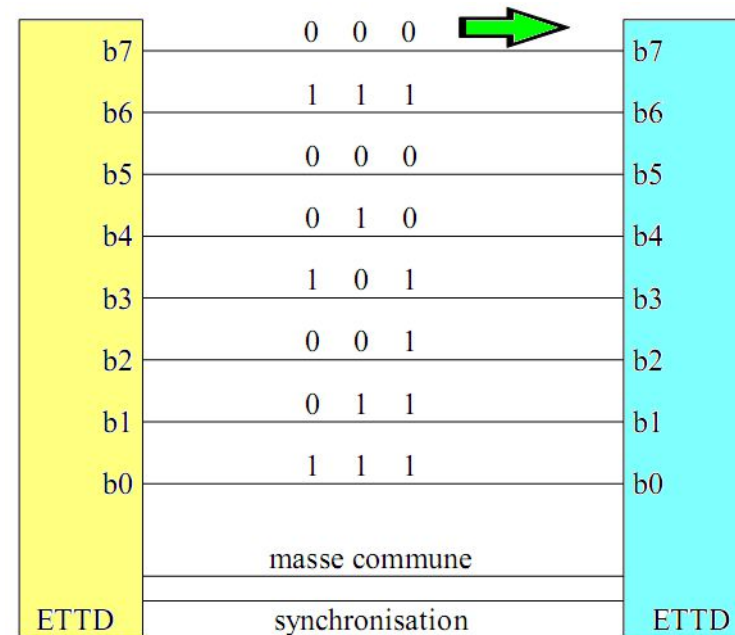
Requiert qu'une durée Tbit

### ICONVENIENT :

Poids

Il faut au moins 8 fils pour

Transmettre 1 octet

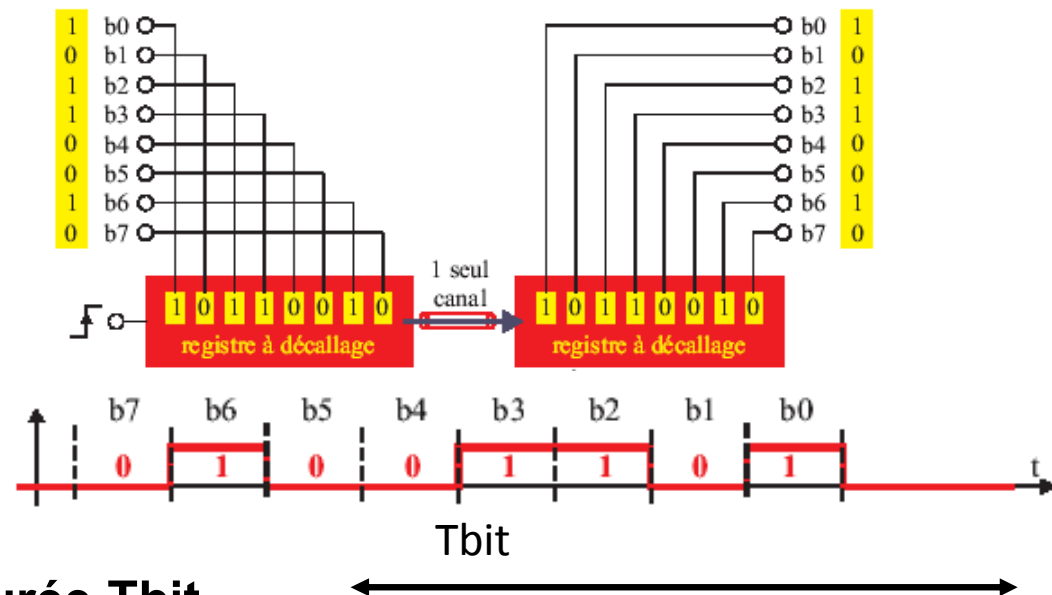


Exemples: Bus de  $\mu$ c, Bus Centronic , IEEE 485

## Transmission sérielle

N bits de données transmis successivement sur un seul fil

La transmission a lieu bits à bit



### INCONVENIENT :

Lenteur

Requiert au moins 8 fois la durée Tbit

### AVANTAGE :

Une seule ligne de transmission

Facilité de connexion de plusieurs périphériques

Exemple: Communication RS232, Ethernet, USB, bus de terrain



# Normalisation



**1940 : Process de contrôle de capteurs de pression (USA)**

**1960 : Apparition du standard boucle analogique 4-20 mA**

**1970 : Processeurs - contrôle centralise (premiers RLI)**

**1980 : Contrôle distribue - capteurs intelligents - réseau de terrain - début de la normalisation**

**1982 : instrumentation «intelligente» et bus instrumentation (bus IEEE-488 GPIB)**

**1990 : développement de solutions propriétaires**

**1994 : WorldFIP (World Factory Information Protocol, Europe) et ISP (Interoperable System Project, USA) fusionnent pour donner la Fieldbus Foundation (FF) couche physique : septembre 1992**

**1998: couches liaison et application prévues mais échouée**

**2000 : échec de la normalisation**





## Problème

**l'idée de base était d'avoir un standard avant la sortie de produits commerciaux mais lobbying actif de groupes d'intérêt et donc échec de la normalisation niveau liaison fin 1998).**

**L'absence d'un standard a entraîné l'apparition de solutions propriétaires devenues standards de fait (du a une attente trop longue)**

**Il existerait environ 2000 bus différents**



## Résumé

Couche concernée	Référence	Commentaire
Présentation générale	<b>IEC61158-1</b>	En préparation
Couche physique	<b>IEC61158-2</b>	Publié en 1993 FF, WorldFIP, PROFIBUS PA
Couche liaison	<b>IEC61158-3</b> <b>IEC61158-4</b>	Vient d'être publiée en 8 types:
Couche application	<b>IEC61158-5</b> <b>IEC61158-6</b>	Type 1: TS Type 2: ControlNet Type 3: PROFIBUS Type 4: P-NET Type 5: PP-HSE Type 6: SwiftNet Type 7: WorldFIP Type 8: InterbusS
Système management	<b>IEC61158-7</b>	En préparation
Tests et conformité	<b>IEC61158-8</b>	En attente



## Tout en Ethernet au futur ?

**Avantages : technologie banalisée, performante, fiable, peu onéreuse, une seule technologie sur tout le réseau, bien adapté au niveau transfert de fichiers**

**Inconvénients : son indéterminisme du a la méthode d'accès CSMA/CD (probabilistique), inefficacité du protocole pour de petites quantités de données (de manière générale protocole non adapte aux contraintes industrielles), connectique non adaptée au milieu industriel**

**PROFINET est un RLI à base Ethernet et qui intègre PROFIBUS**



# Liaison RS485



**RS485 est une norme qui définit les caractéristiques électriques de la couche physique d'une interface numérique sériele**

**RS-485 a toutes les caractéristiques d'un bus informatique (liaison multi-point numérique sériele) permettant d'interconnecter plusieurs dispositifs (jusqu'à 32 émetteurs et 32 récepteurs) avec 2 fils ("half duplex") ou 4 fils ("full duplex") sur des distances maximales de l'ordre de kilomètre en mode différentiel (qui permet d'obtenir une meilleur tolérance aux perturbations) avec un débit élevé (jusqu'à 10Mbits/s)**

- ✓ **Profibus**
- ✓ **Modbus**
- ✓ **CanBus**
- ✓ **Etc.**



## Modbus ?

**Modbus est un protocole de communication utilisé pour des réseaux d'automates programmables (API).**

**Il fonctionne sur le mode maître / esclave.**

**Le protocole Modbus peut être implémenté :**

- **sur une liaison série asynchrone de type RS-422 ou RS-485 ou TTY (boucle de courant), avec des débits et sur des distances variables ;**
- **via TCP/IP sur Ethernet ; on parle alors de Modbus TCP/IP ;**
- **via Modbus Plus. Modbus Plus est un réseau à passage de jetons à 1 Mb/s, pouvant transporter les trames Modbus et d'autres services propre à ce réseau.**



## Profibus ?

**Profibus (Process Field Bus) est le nom d'un bus de terrain inventé par Siemens et devenu peu à peu une norme de communication dans le monde de l'industrie.**

**Le bus PROFIBUS-DP (Decentralised Peripheral) (périphérie décentralisée) est utilisé pour la commande de capteurs, d'actionneurs ou d'automates programmables par une commande centrale.**

**Il est utilisé aussi pour la connexion d'une « intelligence distribuée », c'est-à-dire la mise en communication de plusieurs automates les uns avec les autres. Les débits peuvent atteindre 12 MBit/s sur paires torsadées ou fibre optique.**

**Il est basé sur la méthode du jeton (un envoie à la fois)**



## CanBus?

**CAN est un standard de fait développé par Bosh et Intel (1985) et qui respecte le modèle OSI (1,2). Le niveau application a été défini par ailleurs (cf. CANOpen).**

**CAN a été initialement été développé pour l'industrie automobile mais est aujourd'hui utilisé pour l'automatisme et les applications de contrôle. CAN est à ranger dans la catégorie des bus de terrain.**

**Le protocole CAN est basé sur le principe de diffusion générale : lors de transmission, aucune station n'est adressée en particulier, mais le contenu de chaque message est explicité par une identification reçue par tous les abonnés. Grâce à cet identificateur, les noeuds, qui sont en permanence à l'écoute du réseau, reconnaissent et traitent les messages qui les concernent. Elles ignorent simplement les autres.**