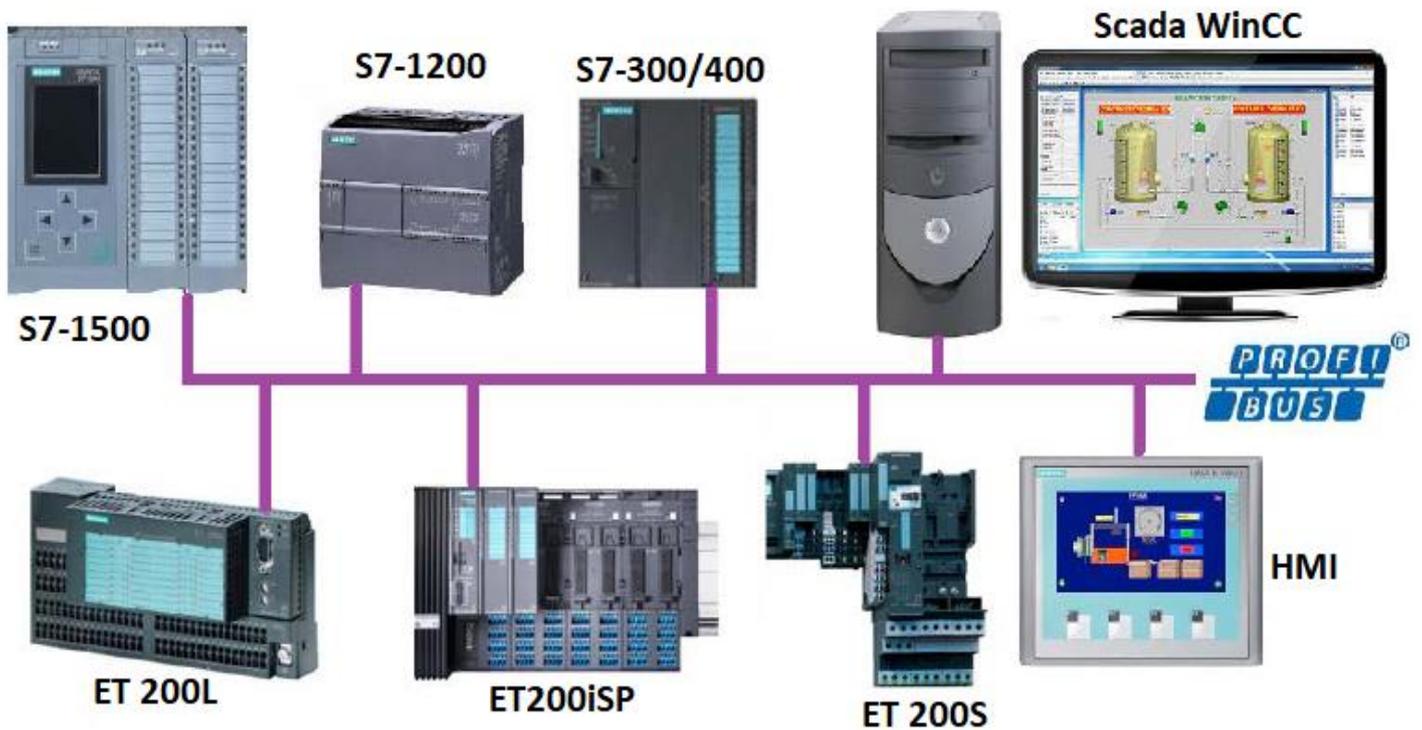
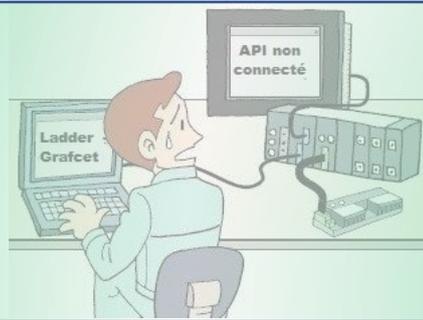


# SEMAINE 7 : INITIATION AUX RESEAUX INDUSTRIELS

## FICHE 51 : INITIATION AU BUS DE TERRAIN PROFIBUS



# Automation & Sense

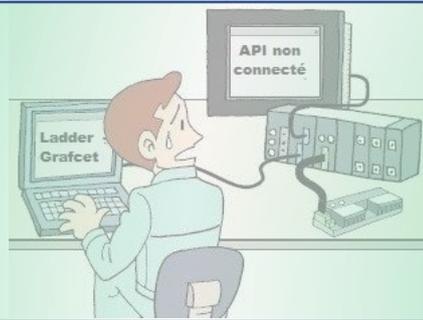


### Objectifs :



Dans cette fiche, nous allons découvrir le bus de terrain Profibus.

Après la consultation de cette fiche, vous comprendrez le principe de fonctionnement du réseau Profibus ainsi que ses caractéristiques principales.



## Introduction

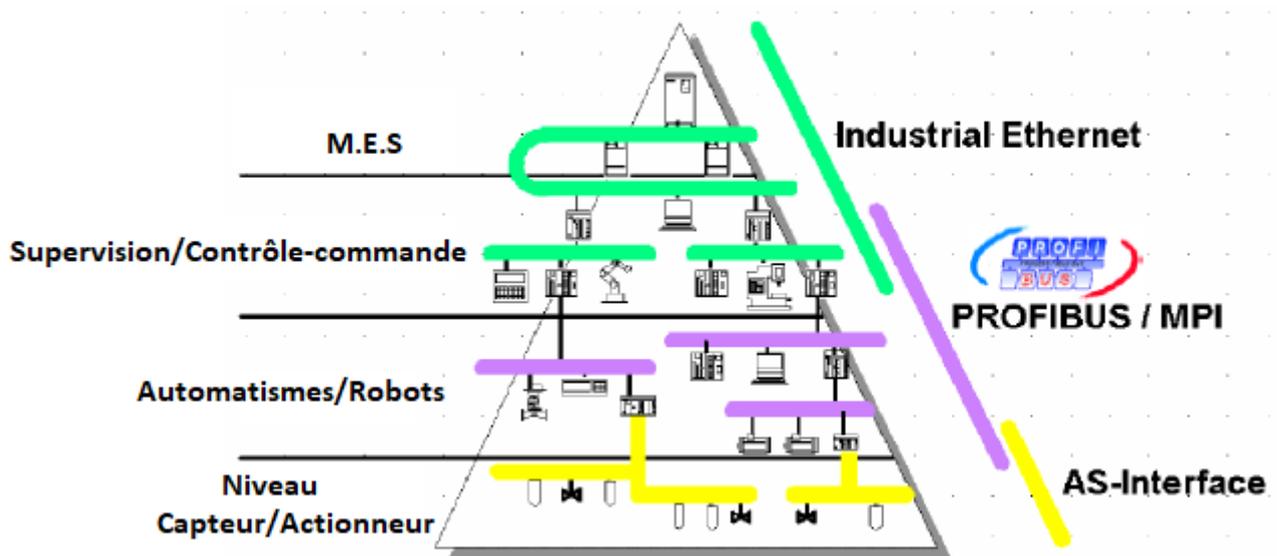
Aujourd'hui, vu la sophistication extrême des systèmes d'automatisation industriels présents au niveau des usines, les réseaux de communication industriels jouent un rôle phare en permettant de faire dialoguer les différents équipements industriels présents au sein d'une unité de production industrielle.

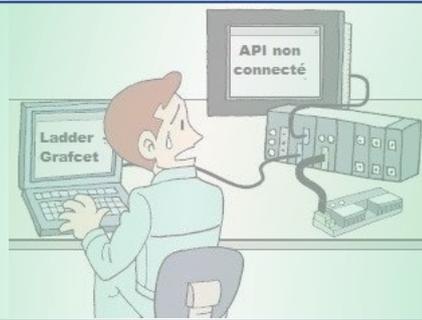
Parmi ces différents réseaux de communication industriels, nous avons le Profibus qui est l'un des bus de terrain les plus utilisés au monde.

Nous allons donc dans cette fiche étudier plus en détail le bus terrain Profibus afin de comprendre son principe de fonctionnement.

### 1) La genèse du bus de terrain Profibus

Le Profibus ou Process Field Bus est un bus de terrain ouvert qui assure la liaison entre des équipements industriels situés au niveau « Automatismes/Robots » et « Supervision/Contrôle commande » de la pyramide CIM.





En 1987, en Allemagne, 21 entreprises et institutions (parmi lesquelles figurait Siemens) s'associent pour travailler sur un projet appelé « *field bus* ». Le but était de développer un bus de terrain à communication série. Les membres de l'association se sont accordés sur un concept technique commun pour la production et pour les automatismes : C'est la naissance du Profibus qui devient depuis lors, un des bus de terrain les plus utilisés au monde.

## II) Les variantes du Profibus

Le protocole Profibus se décline suivant 3 variantes principales :

- Le Profibus FMS (Field Bus Message)
- Le Profibus DP ( Decentralized Peripherals)
- Le Profibus PA ( Process Automation)

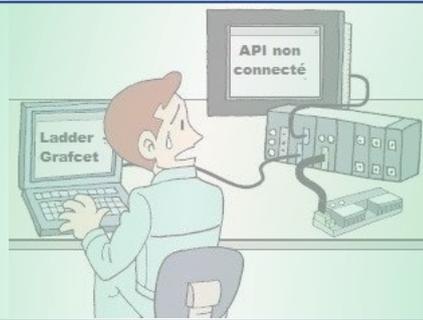
### 1) Le Profibus FMS (Field Bus Message)

Pour les tâches hautement communicantes, le protocole Profibus-FMS (*Field bus Message Specification*), particulièrement complexe a été le premier à être lancé. Il est utilisé pour les communications non déterministiques.

### 2) Le profibus DP ( Decentralized Peripherals)

En 1993, le protocole Profibus-DP (*Decentralized Peripherals*) ou périphérique décentralisée améliora son prédécesseur en termes de simplicité et surtout en rapidité. Aujourd'hui, dans le monde industriel, on rencontre de nombreux équipements compatibles Profibus DP allant des E/S décentralisées aux variateurs de vitesse et automates.

La vitesse de transmission sur un réseau Profibus (variante DP) peut aller de 9,6 Kbit/s à 12 Mbit/s. Nous pouvons connecter un maximum de 126 périphériques sur un réseau Profibus via l'utilisation de répéteurs. Cependant, le nombre maximal de périphériques sur un segment est limité à 32.



### 3) Le Profibus PA ( Process Automation)

Quant au Profibus PA (Process Automation), il est utilisé dans le domaine du contrôle de procédés. Cette variante du Profibus est utilisée dans les zones dangereuses et explosives.

Elle correspond à la norme internationale IEC 1158-2. Sur un réseau Profibus PA, les courants transitant au niveau des câbles sont limités pour raison de sécurité.

La vitesse de transmission sur un réseau Profibus PA est limitée à 31,25 kbit/s. Le protocole Profibus PA et DP fonctionne quasiment de la même manière cependant le profibus DP est plus rapide que le PA.

### III) Les principales méthodes d'accès d'un réseau Profibus

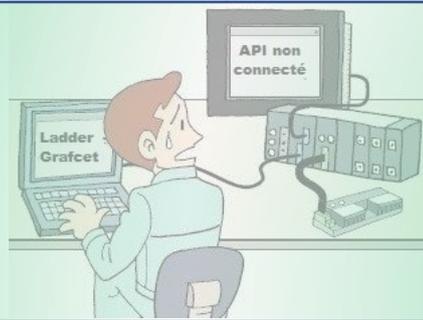
Les méthodes d'accès permettent la connexion et la déconnexion des stations ou périphériques sur réseau Profibus et sont indépendantes du support de transmission physique utilisé.

Il existe deux méthodes d'accès à un réseau Profibus :

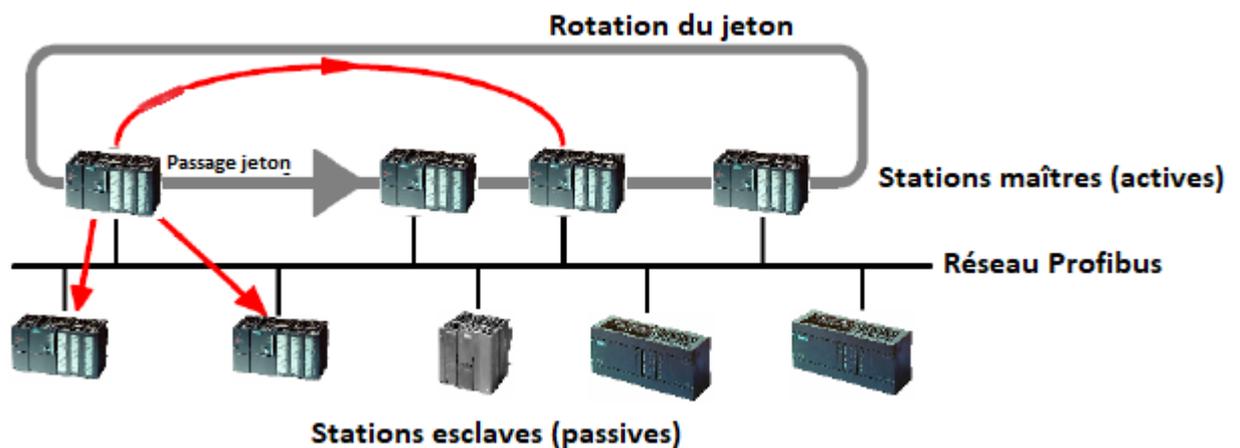
- **La méthode « Token Bus » ou avec passage de jeton** qui permet d'accéder aux stations actives (maîtres) par passage de jeton.
- **La méthode "Master/Slave" ou "Maître/Esclave"** qui permet d'accéder aux stations passives (esclaves) par interrogation ou "polling".

#### 1) La méthode « Token Bus »

Dans cette méthode d'accès, les stations (maîtres dans le réseau) constituent un anneau logique permettant le passage d'un jeton, qui est transmis d'un maître à l'autre dans l'ordre numérique croissant selon l'adresse Profibus assignée. L'ordre logique est indépendant de la disposition physique des stations.



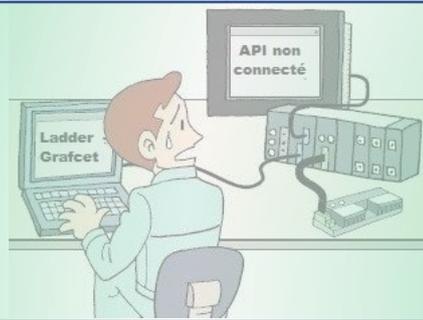
La station qui a le jeton a le droit de transmettre des informations au réseau. Ce jeton est transmis entre les stations actives du réseau à travers un paquet de données spécial. Pour éviter une utilisation excessive du réseau, un time-out est défini. Ce temps est paramétrable.



Si une station quelconque détient le jeton, passé le délai, la station ne peut plus utiliser le réseau et doit donner le relais à une autre station. Si une station n'a rien à transmettre, elle transmet le jeton à la station suivante de l'anneau logique. Pour pouvoir fermer l'anneau, la station active avec l'adresse Profibus la plus élevée appelée HSA (Highest Station Address) ne transmet le jeton qu'à la station ayant l'adresse profibus la plus basse. Sur un réseau Profibus, les stations passives ou esclaves ne reçoivent jamais le jeton.

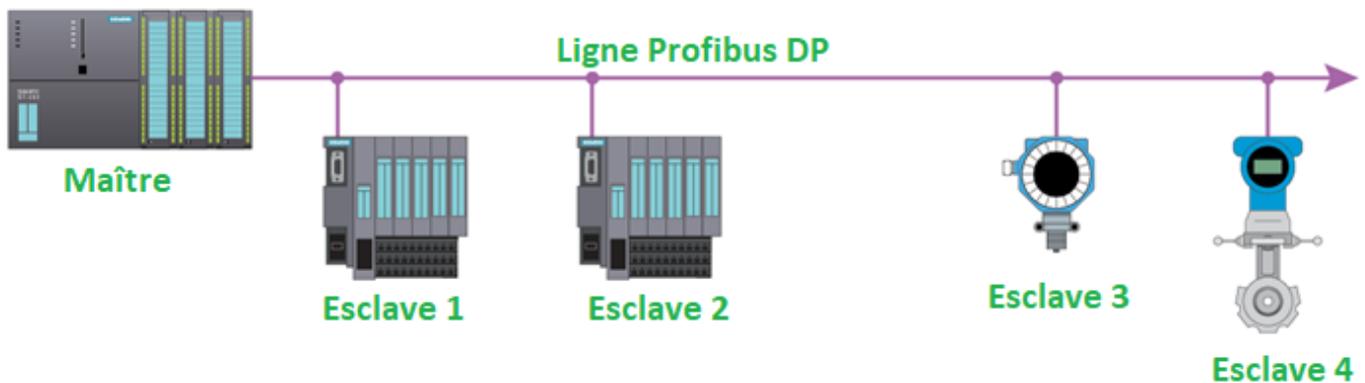
## 2) La méthode maître/esclave

Cette méthode est utilisée lorsqu'il n'y a qu'une seule station active (station maître) et plusieurs stations passives (stations esclaves) dans le réseau. Dans cette configuration, le maître qui a toujours le jeton a accès aux esclaves qui lui sont assignés. Par conséquent, le maître peut envoyer des messages aux esclaves et recevoir des réponses de leur part. Dans la configuration basée sur Profibus-DP standard, la station active (maître DP) échange cycliquement des données avec les stations passives (esclaves DP).



#### IV) Zoom sur le protocole Profibus DP

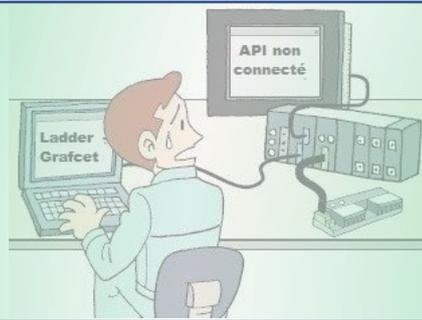
Le protocole PROFIBUS-DP est probablement le plus utilisé de tous les protocoles PROFIBUS, car il répond parfaitement à presque toutes les exigences de temps et de besoins requises pour l'échange de données entre des automates, périphériques décentralisés et les appareils de terrain. C'est pourquoi nous allons essentiellement parler du Profibus DP dans cette fiche.



En général, les réseaux PROFIBUS-DP incorporent un maître et plusieurs esclaves. Le maître dirige tout le trafic de données sur le bus, de sorte que l'esclave ne peut agir sur le bus qu'après avoir été sollicité par le maître. Entre le maître DP et l'esclave DP, les données sont échangées de manière cyclique et continue, sans tenir compte de leur contenu.

Au début d'une communication sur un réseau Profibus DP, le maître initialise le réseau et vérifie si les esclaves correspondent à la bonne configuration. Par la suite, le maître pourra communiquer avec ses esclaves de manière continue via une méthode de « Polling » ou de scrutation en continue. Ainsi, le maître pourra écrire des données de sortie sur ses esclaves et lire des données d'entrée à partir de celles-ci.

En Profibus DP, un maître peut envoyer une requête à un esclave, un groupe d'esclave défini (multicast) ou à tous ses esclaves en même temps (broadcast). Les messages de multicast ou de broadcast sont utilisés pour effectuer des paramétrages ou configurations. L'adresse 127 est utilisée pour les messages de broadcast, on ne peut pas donc l'affecter à un esclave.



## a) Les types de classes de maîtres en Profibus DP

Le protocole Profibus DP définit deux classes de maîtres :

- **Les maîtres de classe 1** : pour les communications et échanges de données standards avec les esclaves assignés
- **Les maîtres de classe 2** : pour les diagnostics et configurations

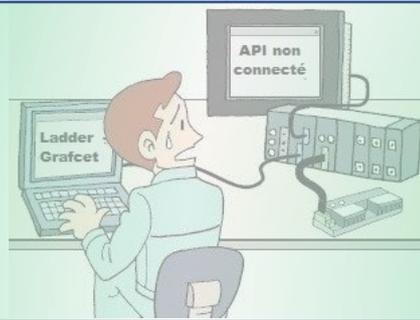
Certains maîtres Profibus peuvent supporter les deux classes. L'échange de données de maître à maître n'est pas autorisé en communication Profibus excepté le cas où un maître transmet le jeton à un autre maître afin de lui passer la parole.

Les maîtres de classe 1 sont généralement des automates, PC ou autres types de contrôleurs. Lorsqu'un maître de classe 1 et un esclave communiquent sur le réseau Profibus, le maître configure la vitesse de transmission qui est automatiquement détectée par l'esclave. Sur un réseau Profibus où l'on a un maître de classe 1 et un maître de classe 2, le maître de classe 1 sera toujours l'esclave du maître de classe 2.

Les maîtres de classe 2 sont généralement des périphériques de configuration comme par exemple un PC ou bien une console de programmation. Ils sont souvent utilisés pour effectuer des opérations de configuration, de maintenance ou encore de diagnostic. Un maître de classe 2 peut communiquer activement (agir comme maître) avec un maître de classe 1 (et ses esclaves) ainsi qu'avec ses propres esclaves. Ainsi, la communication entre un maître de classe 1 et un maître de classe 2 est toujours initiée par le maître de classe 2. Les périphériques maîtres de classe 2 n'ont pas de fichier GSD.

## b) L'adressage des esclaves Profibus DP

Sur un réseau Profibus DP, l'adressage des esclaves est réalisé soit de manière physique par des switches, soit via un logiciel. Il faut cependant noter que tous les équipements ne supportent pas les 2 méthodes (se référer à la documentation du constructeur au besoin).

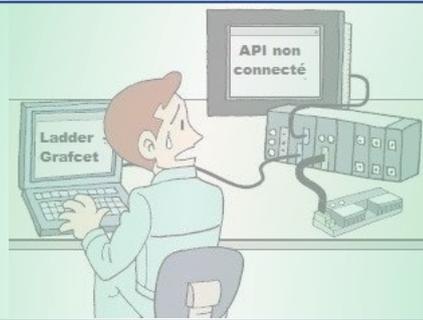


La plage d'adressage des stations d'un réseau Profibus va de 0 à 127, cependant certaines adresses sont réservées. L'adresse 126 (commande Set\_Slave\_Address) est l'adresse par défaut servant à configurer l'adresse de l'esclave. Elle peut être modifiée par un maître de classe 2 via un logiciel de configuration, elle est donc interdite en opération normale. L'adresse 127 est l'adresse de broadcast et ne peut pas être affectée à un appareil particulier. L'adresse 0 est généralement réservée au périphérique de programmation. Lors de l'adressage des différents équipements d'un réseau Profibus, on conseille de réserver les adresses basses aux maîtres.

### c) Les fichiers GSD

Chaque esclave ou maître (maître de classe 1) sur une ligne profibus DP doit avoir un fichier de description nommé GSD et contenant les informations relatives à la vitesse de transmission, la longueur du message supportée, les options disponibles sur les modules etc... Les fichiers GSD sont créés par les fabricants de matériels, aussi l'organisation Profibus met à disposition un éditeur de fichier GSD facilitant la création de fichier GSD.

Field	Value	Description
GSD_Revision	= 1	Version According to Standard
Vendor_Name	= "GE Fanuc"	Vendor/Manufacturer Name
Model_Name	= "VersaMax NIU"	Device Name (Displayed in Config Tool)
Revision	= "1.05"	Unique ID Number per Product
Ident_Number	= 0x086A	Mandatory for Class 1 & Slave Devices
Protocol_Identity	= 0	Issued by PTO
Station_Type	= 0	Services Supported (0=DP; 1=DP&FMS)
FMS_supp	= 0	Type (0=Slave; 1=Master)
Hardware_Release	= "B"	Supported Transmission Rates & Related Timing Parameters
Software_Release	= "V1.10"	
Network Baud Rates Supported	9.6_supp = 1, 19.2_supp = 1, 93.75_supp = 1, 187.5_supp = 1, 500_supp = 1, 1.5M_supp = 1, 3M_supp = 1, 6M_supp = 1, 12M_supp = 1	
MaxTsd_9.6	= 60	
MaxTsd_19.2	= 60	
MaxTsd_93.75	= 60	



Le fichier GSD est un fichier au format ASCII qui contient la description du périphérique en question. Un fichier GSD avec l'extension « .GSD » est un fichier indépendant du langage. Par contre un fichier GSD avec l'extension « .GSE » spécifie un fichier GSD en anglais, l'extension « .GSF », un fichier GSD en français etc..

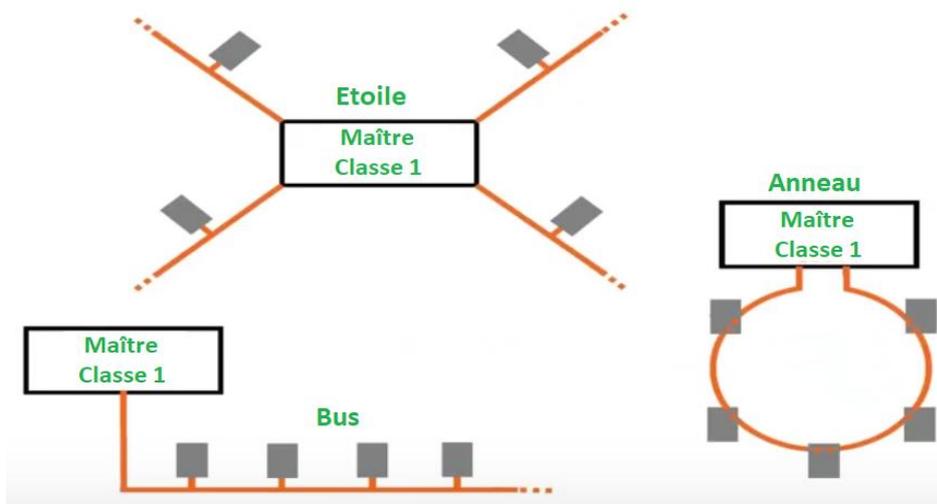
Comme on peut le voir dans l'image ci-dessus, un fichier GSD commence avec le spécificateur **#Profibus\_DP** et peut comporter des commentaires.

#### d) Les supports physiques de transmission en Profibus

Sur un réseau profibus DP, la transmission des informations peut s'effectuer via les supports physiques suivants :

- **RS-485 (Câble paire torsadée)**
- **Fibre optique (permet une isolation électromagnétique optimale)**
- **Infrarouge**

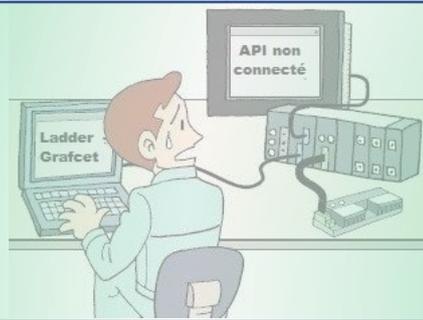
Sur une distance au-delà de 10 km, la transmission de données sur un réseau



Profibus DP RS-485 nécessitera un répéteur. Pour les longues distances (supérieures à 80 km), le fibre optique est généralement utilisé comme support physique de transmission.

En utilisant un support de

transmission via fibre optique, on pourra utiliser les topologies de réseau bus, anneau, étoile encore mixte.



Par contre, si on utilise un câble en paire torsadée seule la topologie bus pourra être utilisée. Il faut cependant noter que l'on peut mixer un réseau filaire paire torsadée avec un réseau fibre optique en utilisant des OLM (Optical Link Module).

### e) Mise en service d'un réseau Profibus DP

Les équipements présents sur un réseau Profibus DP doivent être distants d'une longueur spécifique afin de ne pas causer de problèmes de communication. La longueur séparant deux équipements d'une ligne profibus dépend de la vitesse de transmission de celle-ci. Ainsi, en fonction de la vitesse de transmission, la

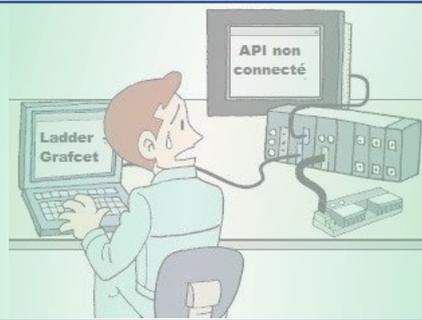
Débit (kbits / s)	Longueur de segment (m)
9.6 ; 19.2 ; 45.45 ; 93.75	1200
187.5	1000
500	400
1500	200
3000 ; 6000 ; 12'000	100

longueur du câble reliant deux équipements est limitée.

Pour la distance minimale aussi, Siemens recommande un minimum de 1 m car une longueur moindre peut également poser problème.

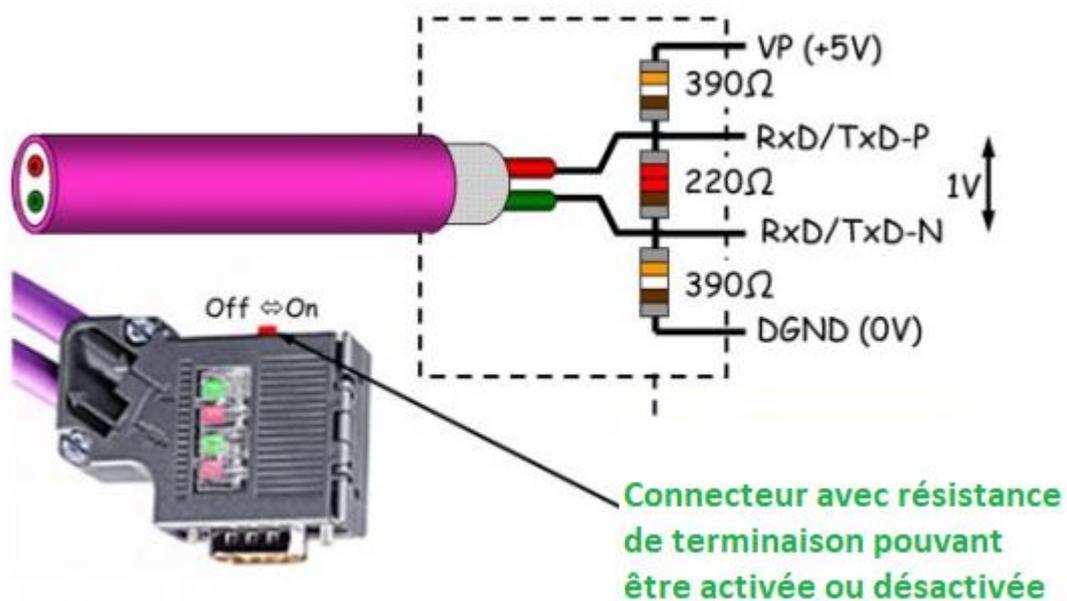
Lors de la mise en service d'un réseau profibus, il faudra également prendre en compte la compatibilité électromagnétique. En effet, les hautes fréquences émises par les équipements de puissance tels que les

variateurs de vitesse peuvent causer des perturbations sur le réseau. Pour éviter cela, les conducteurs des câbles de bus doivent être blindés. Ils doivent être installés séparément des câbles d'alimentation avec une distance minimale de 20 cm. Par conséquent, les câbles de bus (ou câbles de signaux) ne peuvent pas être installés à proximité des câbles d'alimentation.



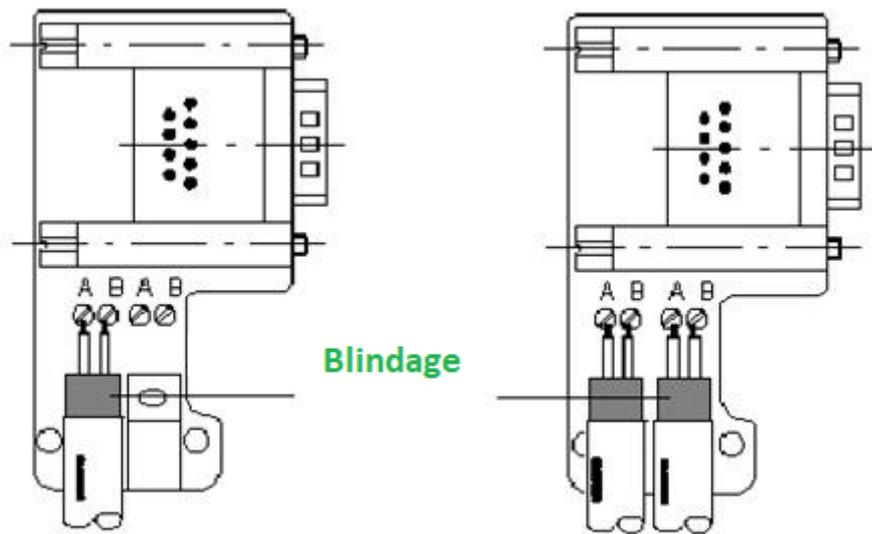
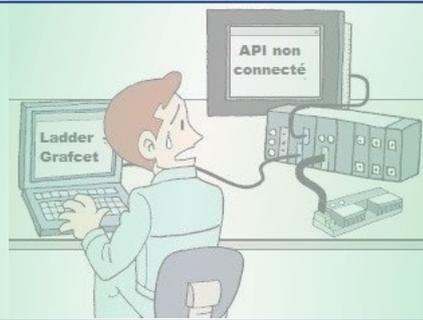
## f) Câblage d'un réseau Profibus DP

En général, les connecteurs Profibus sont des connecteurs DB9 (9 broches). Ils sont dotés de résistances de terminaison dépendants de l'impédance du câble et permettant d'optimiser le signal de transmission.



Pour le câblage d'un connecteur Profibus, après avoir dénudé le câble, le blindage du câble doit reposer à nu sur le guidage en métal. Les fils conducteurs doivent être insérés au niveau du bornier de préférence A = fil vert et B = fil rouge.

*(Voir image ci-dessous)*

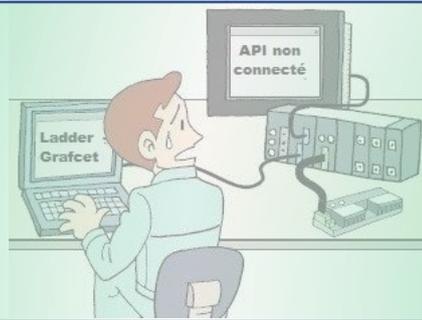


**Connexion entre le premier et le dernier équipement**

**Connexion en série avec des équipements intermédiaires**

En fonction de la situation, on pourra utiliser différents types de connecteurs ayant des angles de courbures différents. Il faut cependant noter que les broches DB9 additionnelles qui se situent au niveau de certains types de connecteurs sont uniquement destinées à être connectées sur des PC ou consoles de programmation et non sur d'autres équipements comme des variateurs ou automates.

*(Voir image ci-dessous pour les types de connecteurs Profibus)*



Connecteur 90°



Connecteur 35°



Connecteur 180°

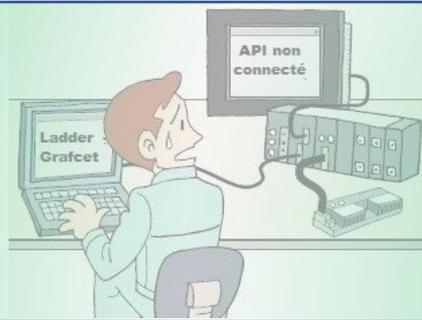


Connecteur avec broche DB9 supplémentaire

Pour que la communication Profibus s'établisse entre deux équipements, la résistance de terminaison doit être activée de part et d'autre au niveau des connecteurs du câble utilisé. En effet, le fait d'activer la résistance de terminaison coupe le signal profibus. Ainsi, si on doit connecter 3 équipements sur un réseau profibus, seuls les deux connecteurs situés aux extrémités du réseau doivent activer leur résistance de terminaison ; l'équipement qui se trouve au milieu doit désactiver sa résistance de terminaison afin de laisser passer le signal.

La terminaison est l'impédance ajoutée au réseau PROFIBUS dans le but d'harmoniser l'impédance du réseau. Plus la longueur du réseau est longue, plus la distorsion du signal peut être puissante. La terminaison élimine donc les erreurs de communication causées par des signaux déformés. Il est à noter que si la terminaison n'est pas installée, le câblage fonctionne comme une antenne, ce qui favorise la distorsion du signal et augmente la sensibilité aux bruits.

Il faut cependant noter qu'à part les résistances de terminaison qui se trouvent au niveau des connecteurs profibus, d'autres dispositifs comme les répéteurs, les OLM (Optical Link Module pour la connexion via fibre optique), et les « terminaisons de



ligne Profibus » intègrent des résistances de terminaison. Les répéteurs permettent d'augmenter le nombre d'équipements sur un réseau Profibus en amplifiant leur signal et en les isolants galvaniquement.



**OLM Siemens avec deux interfaces RS-485**

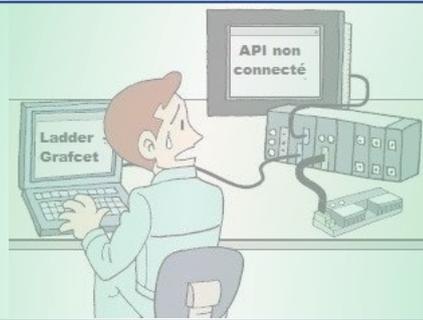


**Terminaison de ligne active**



**Répéteur Profibus Siemens**

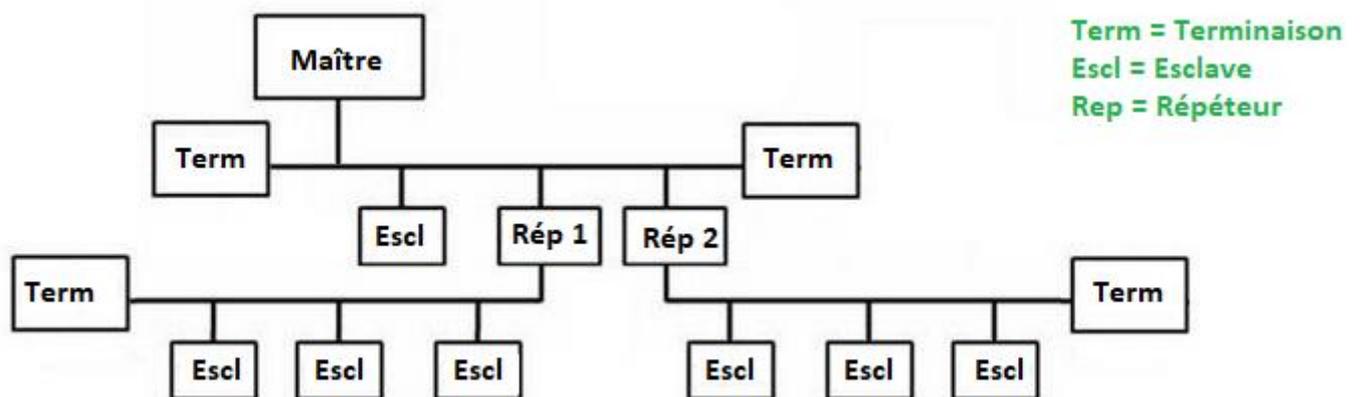
Sur une ligne Profibus DP, le bus doit être alimenté à partir d'au moins une des extrémités. Cela nécessite donc que l'un des équipements soit actif. En général, c'est le cas vu que l'on a souvent un automate à l'une des extrémités. Cependant, si on a pas un équipement actif capable d'alimenter le bus à l'une des deux extrémités du réseau Profibus, on aura besoin d'une terminaison de ligne Profibus qui se chargera d'alimenter le bus.



### g) Notion de segment d'un réseau Profibus

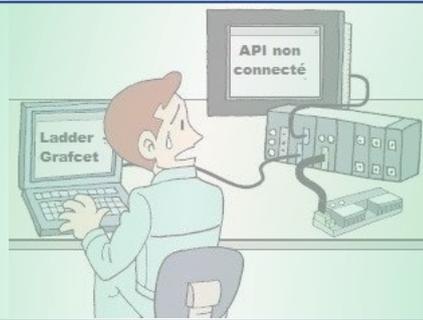
Au niveau d'un réseau Profibus, les équipements sont répartis par segment. On ne peut avoir qu'un maximum de 32 équipements par segment. Au niveau de chaque extrémité de segment, on doit avoir une terminaison de ligne.

*(Voir image ci-dessous)*



Cette terminaison consiste en une combinaison de résistances. Elle est intégrée dans les répéteurs RS 485, dans les OLM (Canal 2), dans les éléments de terminaison RS485-Actifs et dans certains connecteurs de bus. Si ces composants sont utilisés à l'extrémité d'un segment, alors il faut penser à activer la terminaison de bus.

Les terminaisons de fin de ligne disposent d'une impédance afin d'éviter les réflexions sur la ligne du réseau.

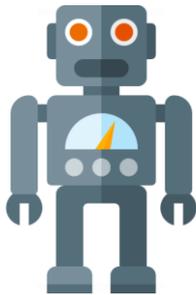
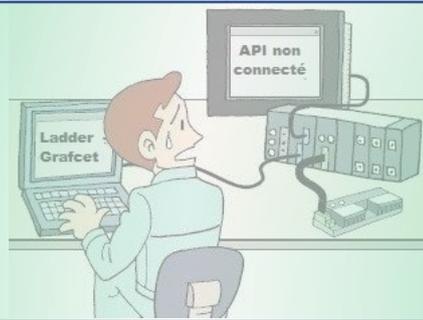


## h) Les testeurs de réseau Profibus

Sur un réseau de communication Profibus, on peut rencontrer différentes pannes pouvant entraîner des dysfonctionnements lors des transmissions de données. Pour des fins de diagnostics, le testeur de réseau Profibus **BT 200** de Siemens permet de tester un réseau Profibus en vérifiant les interfaces de connexion RS-485, en vérifiant le blindage ainsi que l'état des conducteurs.

Les appareils de ce type sont très utiles lorsque l'on doit agir sur un réseau Profibus pour des fins de maintenance.





Dans cette fiche, nous avons pu découvrir le bus de terrain Profibus : ses caractéristiques, son mode de fonctionnement et ses domaines d'utilisation.

Dans les prochaines fiches, nous verrons plus en détails l'application du Profibus pendant les échanges entre différents équipements industriels.