

# COMMUNICATION INDUSTRIELLE

Module 1



Module 3



Module 2



Module 4



## CONTENU

### 1. INTRODUCTION À L'AUTOMATISATION

1.1	Avantages de l'automatisation	4
1.2	Le modèle entrée - sortie	5
1.3	Transfert vers l'industrie	6
1.3.1	Composants d'un système d'automatisation industrielle	7
1.4	La différence entre contrôleur et régulateur	7
1.5	Structure d'un système d'automatisation	9
1.6	Types de systèmes d'automatisation	10
1.6.1	La différence entre signaux analogiques/numériques	12
1.7	Types de protection IP	12

### 2. COMPOSANTS DES SYSTÈMES D'AUTOMATISATION

2.1	Vue d'ensemble des composants	15
2.2	Qu'est ce qu'un capteur ?	15
2.3	Actionneurs	17
2.4	Ordinateur de contrôle	18
2.5	Des composants d'un réseau de communication	20
2.5.1	Le câble	20
2.5.2	Connecteurs de réseau de communication	22
2.5.3	Topologies de réseau	25
2.5.4	Bus de terrain et Ethernet	27
2.5.5	Système E/S décentralisé du réseau de communication	28

### 3. SYSTÈMES DE BUS DE TERRAIN

3.1	Une brève histoire de bus de terrain	29
3.2	Avantages et inconvénients de bus de terrain par rapport au câblage conventionnel	30
3.3	Classification des bus de terrain en fonction des propriétés	31
3.4	Termes clés pour comprendre les bus de terrain	31
3.5	Présentation de quelques bus de terrain	32
3.6	Profibus	33
3.6.1	Câbles et connecteurs	33
3.6.2	Topologies, structure et câblage	35
3.7	BUS CAN	36
3.7.1	Câbles et connecteurs	37
3.7.2	Topologie, structure et câblage	38
3.8	CC-Link	39
3.8.1	Câbles et connecteurs	40
3.8.2	Topologie, structure et câblage	41
3.9	AS-Interface	42
3.9.1	Câbles et connecteurs	43
3.9.2	Topologie, structure et câblage	44
3.10	IO-Link	46
3.10.1	Câbles et connecteurs	46
3.10.2	Topologie, structure et câblage	47
3.10.3	Exemple De Topologie	48

#### Signal de sortie

Sortie d'un système de commande

#### Signal digital

Peut prendre les deux niveaux de signal 0 et 1.

#### Signal électrique

Un signal électrique doit être variable en termes d'ampérage, de tension ou de résistance afin de pouvoir transporter des informations. Dans l'automatisation, un signal électrique numérique est utilisé lorsque, par exemple, 0 V signifie «off» et 24 V signifie «on». Si le signal électrique indique une séquence «on»/»off» dans le temps, il peut être utilisé pour transmettre tout protocole lisible par machine.

Un signal électrique analogique, qui dans l'automatisation peut avoir n'importe quelle valeur entre 0V et 24V, contient suffisamment d'informations pour régler la vitesse d'un moteur, par exemple.

#### SPE

Single Pair Ethernet - Ethernet à paire unique

#### Station intelligente

Cette station échange des données avec la station principale. Dans une certaine mesure, elle peut traiter des valeurs et les transmettre à ses propres interfaces locales.

#### Station locale

Cette station peut envoyer des messages au maître et à d'autres composants. L'une de ces stations locales peut être un automate programmable.

#### Station Maître

La station maître gère et contrôle l'ensemble du réseau CC-Link

#### Support partagé

On parle de support partagé lorsque des composants accèdent à un support de transmission commun et doivent partager la capacité de transmission.

#### Terminaison de bus

Dans le cas de certains bus de terrain, une terminaison de bus est nécessaire aux extrémités de la ligne. Il peut s'agir de terminaisons de bus passives ou actives.

#### Topologie

Les réseaux de communication sont constitués d'appareils ou de composants reliés entre eux par des lignes. La topologie de ce réseau de communication décrit comment les appareils et les lignes sont disposés les uns par rapport aux autres.

#### Topologie du réseau

Une topologie de réseau est une représentation graphique de la façon dont les appareils sont mis en réseau les uns avec les autres.

#### Tronc & ligne de dérivation

La topologie du tronc et de la ligne de saut est un mélange de la topologie du tronc et de la ligne de saut. A titre de comparaison : imaginez une route principale (Tronc) avec beaucoup de rues sans issue bifurquant vers la droite et la gauche (lignes de dérivation), dont chacune a quelques maisons le long de celle-ci.

## 4. ETHERNET INDUSTRIEL

4.1	Introduction	49
4.1.1	Fonctionnement d'Ethernet	50
4.1.2	Le cuivre comme moyen de transmission	52
4.1.3	La fibre optique comme moyen de transmission	55
4.1.4	L'air comme moyen de transmission	57
4.2	Introduction à l'Ethernet industriel	60
4.3	Vue d'ensemble des solutions Ethernet industriel	62
4.3.1	EtherNet/IP	66
4.3.2	CC-Link IE	66
4.3.3	EtherCAT	67
4.3.4	PROFINET IO	67
4.4	Regard vers le futur	69

## 5. GLOSSAIRE

Termes techniques	70
-------------------	----

70

Pour accéder à davantage de ressources et vous auto-évaluer, nous vous proposons également ces modules dans une version online à l'adresse :

<https://lappgroup.knowhow.de/modules-fr.html>

Vous pouvez également flasher le QR code ci-dessous :





## 1. INTRODUCTION À L'AUTOMATISATION

### Que signifie « automatisation » ?

« Équiper une installation de sorte qu'elle exécute sa fonction de manière totale ou partielle sans intervention humaine ».

[selon DIN 19233]

### 1.1 QUELS SONT LES AVANTAGES DE L'AUTOMATISATION ?

#### Meilleure rentabilité

- Accélère le cycle de production
- Augmente la qualité du produit
- Permet des économies de temps et de coût du personnel
- Réduit l'impact environnemental grâce au fonctionnement efficace des ressources des systèmes (par ex. faible consommation de matériaux et d'énergie)
- Augmente la flexibilité
- Meilleure utilisation de la capacité offerte par l'équipement et les systèmes

#### Augmente la fiabilité, la sécurité et le cycle de vie des systèmes de production

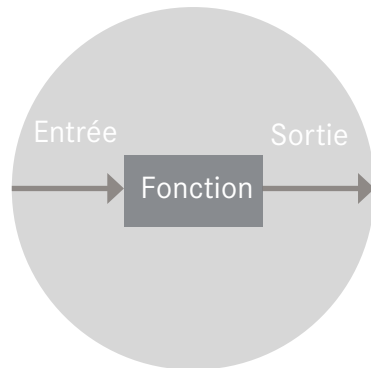
- Transport d'objets lourds comme les éléments de carrosserie dans la construction automobile au moyen d'aide au levage
- Inspection automatisée et analyse d'image (par ex. images infrarouges ou radiographies)
- Précision améliorée et évitement des erreurs

#### Conditions de vie et de travail améliorées

- Soulage les êtres humains d'un travail mentalement peu exigeant, monotone, pénible, dangereux ou insalubre
- Utilisation commode

## 1.2 LE MODÈLE ENTRÉE - SORTIE

Si nous transposons cette description générale du fonctionnement du robinet dans un modèle entrée-sortie, nous avons une unité de contrôle (fonction) avec un signal d'entrée (entrée) fourni par le capteur infrarouge et le signal de sortie (sortie) qui ouvre ou ferme la vanne.



### Entrée

L'entrée d'un système d'automatisation est généralement une grandeur physique qui est détectée par les capteurs ou méthodes des mesures appropriés. Dans l'exemple du mitigeur, c'est la distance entre les mains de l'utilisateur et le capteur. Lorsque cette distance descend en dessous d'une valeur fixe, le capteur envoie un signal à l'entrée du contrôleur.

### Fonction

Une fonction influence la réponse d'un système technique.

Dans l'exemple du mitigeur, sa fonction est réalisée comme un simple circuit électronique qui génère un signal d'ouverture de la vanne lorsque le capteur de proximité est déclenché.

Ce signal de sortie est maintenu jusqu'à ce que le capteur détecte que les mains s'éloignent. Ensuite, la vanne est fermée.

### Sortie

Dans le cas le plus simple, la sortie d'une fonction ou d'un contrôleur est utilisée pour activer un voyant lumineux. En termes généraux, nous pouvons les désigner comme des actionneurs activés via la sortie. Cela peut être un moteur, une vanne, un chauffage ou un écran sophistiqué pour visualiser la machine. Dans l'exemple du mitigeur, la sortie contrôle la vanne magnétique mentionnée ci-dessus qui s'ouvre lorsqu'un signal est actif et se ferme lorsque le signal est réinitialisé.

### 1.3 TRANSFERT VERS L'INDUSTRIE : UNE SIMPLE BANDE TRANSPORTEUSE

#### Du mitigeur à la bande transporteuse

La tâche d'automatisation simple du mitigeur peut maintenant être appliquée au scénario industriel suivant : une bande transporteuse simple a deux barrières lumineuses et un entraînement qui peut être activé et arrêté. Les barrières lumineuses sont situées au début et à la fin de la bande transporteuse. Si une pièce est placée au début de la bande transporteuse, la barrière lumineuse est interrompue et la bande transporteuse est activée. Lorsque la pièce atteint la fin de la bande transporteuse, la seconde barrière lumineuse est interrompue et la bande transporteuse est arrêtée.



#### Le modèle entrée-sortie

En termes de modèle entrée-sortie, la bande transporteuse comprend le système d'automatisation suivant : l'entrée est fournie par deux barrières lumineuses ; le contrôleur traite les deux entrées et fournit une donnée de sortie sous la forme d'un signal permettant d'activer et d'arrêter le système d'entraînement.

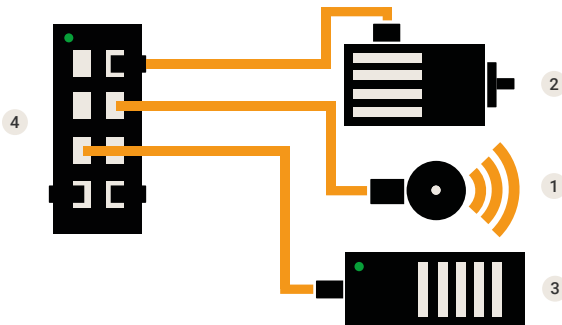
La fonction dans ce cas peut être représentée pour une pièce comme un contrôle en séquence simplifié. Le contrôle de flux signifie que les différentes étapes sont exécutées les unes après les autres et la dernière étape est suivie par la première étape :

- Les deux barrières lumineuses ne sont pas interrompues : l'entraînement est arrêté
- Seule la barrière lumineuse de gauche est interrompue : entraînement activé
- Les deux barrières lumineuses ne sont pas interrompues : entraînement activé
- La barrière lumineuse de droite est interrompue : l'entraînement est arrêté
- Recommencer à l'étape 1

### 1.3.1 COMPOSANTS D'UN SYSTÈME D'AUTOMATISATION INDUSTRIELLE

#### Vue d'ensemble des composants d'un système d'automatisation industrielle

Si nous généralisons les systèmes d'automatisation présentés dans les exemples ci-dessus et les décomposons en leurs composants de base, nous pouvons dire qu'un système d'automatisation se compose de capteurs (1), d'actionneurs (2), d'un ordinateur de contrôle (4) et d'un système de communication (3) qui relie les autres composants.



### 1.4 LA DIFFÉRENCE ENTRE CONTRÔLEUR ET RÉGULATEUR

Les systèmes de contrôle et de régulation automatisent les processus techniques, augmentent la commodité et simplifient les processus de travail.

Puisque les termes « contrôleur » et « régulateur » sont constamment utilisés dans le même contexte et qu'il est devenu de plus en plus rare de distinguer les deux termes. La différence sera illustrée ici à partir de deux exemples simples.

#### Vue d'ensemble du contrôleur

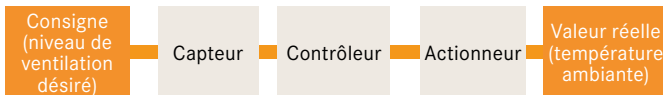
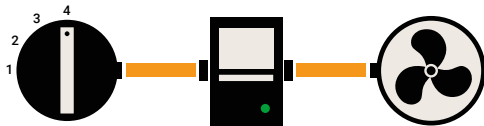
L'image montre un contrôleur de ventilateur composé d'un sélecteur (capteur), d'une unité de contrôle (traitement des informations) et d'un ventilateur (actionneur). Ce type de contrôle se trouve dans les systèmes de climatisation simples et non régulés des voitures, par exemple.

## Système de contrôle à boucle ouverte

L'effet obtenu par la ventilation (température ambiante souhaitée) n'est pas pris en compte dans cette application, car seule la force du ventilateur peut être réglée.

L'activité du ventilateur modifie la température de la pièce, toutefois cette modification n'entraîne pas d'ajustement de la vitesse du ventilateur (pas de retour d'information).

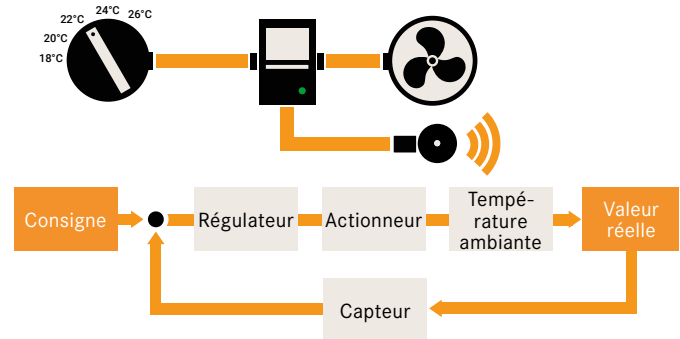
C'est ce qu'on appelle un **système de contrôle à boucle ouverte** :  
**Force du ventilateur désirée** → **Sélecteur** – **Unité de contrôle** –  
**Ventilateur** → **Température ambiante**



## Régulateur

### Vue d'ensemble du régulateur

L'image montre un contrôleur de ventilateur composé d'un sélecteur (variable cible) et d'un capteur de température (capteur), d'une unité de régulation (traitement des informations) et d'un ventilateur (actionneur). Ce type de contrôleur se trouve dans les systèmes de climatisation régulés des voitures, par exemple.





Le régulateur traite les informations qu'il reçoit des capteurs.  
 Le réglage nécessaire est calculé à partir des informations du sélecteur et du capteur de température.  
 Par exemple, si la variable cible de 20 °C est définie et que la température actuelle dans la pièce est de 24 °C, il existe une différence entre la valeur cible et la valeur réelle.  
 Initialement, cette variable de régulation est très grande, ce qui fait que le ventilateur est réglé sur une vitesse élevée.  
 Lorsque la température diminue et que la variable de régulation se déplace vers zéro, le ventilateur ralentit jusqu'à s'arrêter complètement.

**Système de contrôle à boucle fermé**

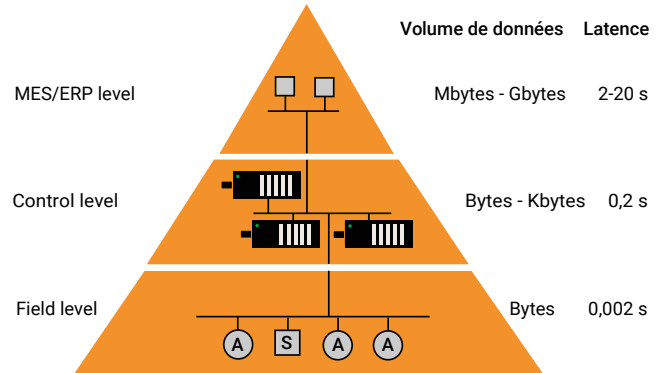
La lumière du soleil, la température extérieure, les fenêtres ouvertes ou les personnes qui influencent la température ambiante peuvent ainsi être compensées par la comparaison permanente de la température désirée (point de consigne) avec la température ambiante (valeur réelle) via le régulateur (retour d'information).  
 La régulation est caractérisée par un **système de contrôle à boucle fermé** :

**Température ambiante → Capteur de température — Dispositif de contrôle — Ventilateur → Température ambiante**

1.5 STRUCTURE D'UN SYSTÈME D'AUTOMATISATION

Une entreprise manufacturière peut être décrite sous la forme d'une pyramide d'automatisation avec au moins trois niveaux, où tous les niveaux sont interconnectés en termes de technologie de l'information : l'échange d'informations au sein d'un niveau est appelé communication horizontale, tandis que l'échange d'informations entre des niveaux différents est appelé communication verticale.

Le système d'automatisation peut être subdivisé en niveaux qui diffèrent en termes de propriétés différentes. Le volume de données et la latence maximale de la transmission de données se sont révélés être des propriétés appropriées. La latence est le délai entre l'envoi des informations et la réception des informations.



### **Niveau champ :**

Au niveau le plus bas, ce niveau contient tous les capteurs (entrée) et actionneurs (sortie) des machines/installations d'une entreprise manufacturière. Ici, seuls quelques bytes sont transmis en même temps, par exemple, pour commander un actionneur ou pour recevoir un signal de capteur. Simultanément, des exigences élevées sont imposées à la latence maximale : pour pouvoir contrôler correctement les processus, les signaux de contrôle doivent être transmis en quelques millisecondes.

### **Niveau contrôle :**

Dans le niveau de contrôle on retrouve tous les systèmes informatiques d'automatisation (fonction) qui contrôlent le processus. Les contrôleurs sont connectés aux capteurs/actionneurs du niveau champ et chacun contrôle une partie du système. Les contrôleurs sont également connectés les uns aux autres ou au niveau supérieur. À ce niveau, la taille des informations transférées va de quelques bytes à quelques kilo-bytes. La latence est une fraction de seconde.

### **Niveau MES/ERP :**

Puisque que le niveau MES (Manufacturing Execution System – gestion des processus industriels) est directement lié au niveau de contrôle, les données de production actuelles, telles que les quantités produites, sont lues sur les unités de contrôle et, en fonction de la disponibilité actuelle des machines, une commande à exécuter est coordonné. Le niveau ERP (Enterprise Resource Planning – planifica-

tion des ressources de l'entreprise) vous permet de contrôler et de planifier les ressources d'une entreprise, telles que la planification des besoins en matériel.

À ce niveau, la quantité de données transférée est de plusieurs Mo, ce qui entraîne des temps de latence significativement plus élevés.

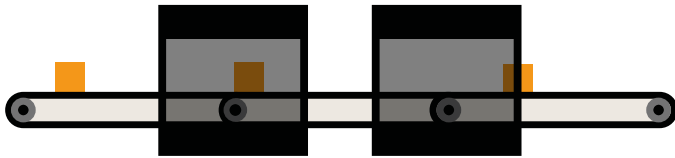
## **1.6 TYPES DE SYSTÈMES D'AUTOMATISATION**

Après avoir décrit la structure d'un système d'automatisation en général, il faut maintenant distinguer entre l'automatisation de la production et l'automatisation des processus, car elles impliquent des différences dans les composants requis (capteurs, actionneurs), le réseau de communication sous-jacent, mais aussi l'ordinateur de contrôle.

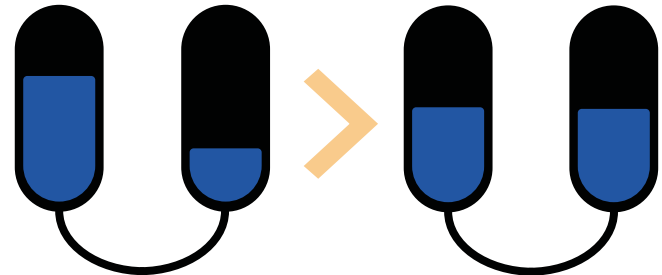
### **Automatisation de la production**

- Objectif : contrôle des processus
- Se base sur le PLC (contrôleur logique programmable)
- Capture les données du capteur toutes les 10 à 100 ms
- Se divise en production série et individuelle
- Ici, les produits finaux sont créés à partir de nombreuses matières premières, matériels et pièces achetées en externe.

- De nombreux processus de production et d'assemblage sont fréquemment requis.
- Les processus de production sont décrits à l'aide des plannings de travail (spécification des étapes de production et d'assemblage) et des listes de pièces (indiquant les composants individuels d'un produit).



- Essentiellement l'automatisation des opérations liées au processus et des réactions chimiques telles que le mélange, le chauffage, la séparation ou la synthèse.
- Une distinction est faite entre production continue, discontinue et par campagne.
- Les descriptions de processus, les spécifications du fabricant et les formules sont utilisées à la place des listes de pièces et des plannings de travail.



### Automatisation de processus

- Objectif : régulation des processus.
- Se basait auparavant purement sur PCS (système de contrôle de processus), de nos jours se base également sur PLC à des niveaux de complexité faible à moyen dans certains cas.
- En raison de la structure généralement très décentralisée, ils sont appelés systèmes de contrôle distribués (DCS).
- Capture des données du capteur toutes les 100 ms à plusieurs secondes.

## 1.6.1 LA DIFFÉRENCE ENTRE SIGNAUX ANALOGIQUES ET SIGNAUX NUMÉRIQUES

### Numérique

Un signal numérique est aussi appelé signal binaire et ne peut correspondre qu'aux niveaux de signal logique 0 ou 1.

En automatisation, le niveau de signal typique pour la logique 0 → 0 V et le niveau de signal pour la logique 1 → 24 V.

Par exemple : lumière = allumée ou lumière = éteinte

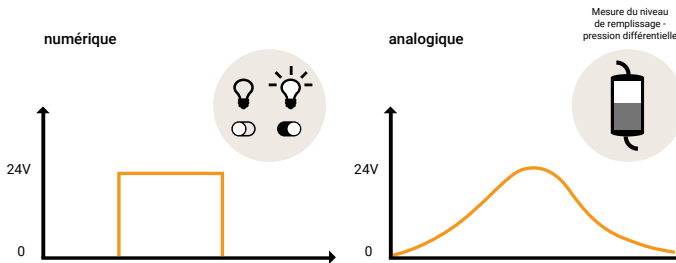
### Analogique

Un signal analogique peut correspondre, par exemple, à toute valeur au sein de la plage de tension de 0 à 24 V.

Par exemple : Dans l'exemple ci-dessous, si le niveau est aux trois quarts plein, cela correspond à 18 V.

### Traitement

Les signaux d'entrées analogiques et numériques sont convertis en un format utilisable pour le traitement par l'ordinateur de contrôle.



## 1.7 TYPES DE PROTECTION IP

Pour des raisons de sécurité, les composants électriques doivent être protégés contre les facteurs extérieurs tels que la poussière, les particules solides, l'humidité et l'eau. Les classes de protection IP sont stipulées pour les différentes conditions environnementales dans lesquelles les composants électriques sont utilisés. Celles-ci sont définies dans la norme DIN EN 60529 et généralement spécifiées au format IP-XY. Les préfixes IP représentent la protection d'entrée (Ingress Protection) ; tandis que le premier chiffre (X) indique le degré de protection contre le contact et les particules solides, et le deuxième chiffre (Y) indique le degré de protection contre l'humidité et l'eau.

**IP + X + Y**



Protection contre le contact et les particules solides (premier chiffre)

Protection contre l'humidité et l'eau (second chiffre)

### TYPE de protection

Protection contre l'entrée de particules solides

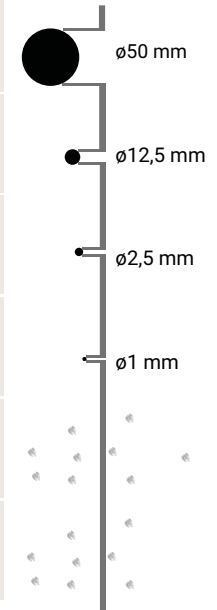
Les classes de protection contre l'entrée de particules solides vont de 0 à 6. La classe de protection la plus basse 1 empêche l'entrée de particules solides de plus de 50 mm, par exemple des roues dentées tombant dans un garage de réparation automobile.

La meilleure classe de protection est 6 : elle offre même une protection contre l'entrée de poussière dans les carters et les bouchons, par exemple dans les rectifieuses utilisées à des fins de production.

Si l'entrée simultanée d'eau n'est pas pertinente, les exemples ci-dessus peuvent être spécifiés comme IP 1Y et IP 6Y.

### Protection contre l'entrée de liquide

2er chiffre	Description
0	Aucune protection
1	Protégé contre les particules solides (diamètre de 50 mm et plus)
2	Protégé contre les particules solides (diamètre de 12,5 mm et plus)
3	Protégé contre les particules solides (diamètre de 2,5 mm et plus)
4	Protégé contre les particules solides (diamètre de 1,0 mm et plus)
5	L'entrée de poussière est possible, mais ne peut pas influencer le fonctionnement
6	Aucune entrée de poussière







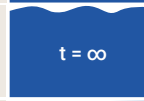



Les classes de protection contre l'entrée de liquide vont de 0 à 9.

La classe de protection 1 la plus basse empêche l'entrée de gouttes d'eau tombant verticalement, telles que l'eau de condensation dans un équipement.

La meilleure classe de protection est 9 : elle offre même une protection contre le jet d'un nettoyeur haute pression, comme celui utilisé dans les processus de nettoyage industriel, par exemple.

Si l'entrée simultanée de particules solides n'est pas pertinente, les exemples ci-dessus peuvent être spécifiés comme IP X1 et IP X9.

2er chiffre	Description	
0	Aucune protection	
1	Protégé contre les gouttes d'eau verticales	
2	Protégé contre les gouttes d'eau avec une inclinaison jusqu'à 15°	
3	Protégé contre les pulvérisations d'eau	
4	Protégé contre les projections d'eau	
5	Protégé contre les jets d'eau légers	
6	Protégé contre les jets d'eau puissants	
7	Protégé contre l'entrée d'eau en cas d'immersion temporaire	
8	Protégé contre l'entrée d'eau en cas d'immersion continue	
9	Protégé contre l'eau à haute pression (y compris les jets d'eau à hautes températures)	

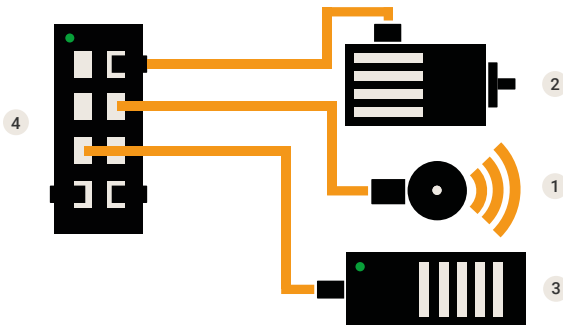
## 2. COMPOSANTS DES SYSTÈMES D'AUTOMATISATION

### 2.1 VUE D'ENSEMBLE DES COMPOSANTS

Dans le Module 1, vous avez appris que les systèmes d'automatisation sont constitués des composants suivants :

1. Capteurs
2. Actionneurs
3. Ordinateur de contrôle
4. Réseau de communication

Ce module définira les composants individuels et fournira une description détaillée de leur fonctionnement. Enfin, le module sera complété par une description des différentes structures basée sur des exemples.



### 2.2 QU'EST CE QU'UN CAPTEUR ?

« Capter » provient du latin et signifie « chercher à saisir ». Un capteur est un appareil de mesure qui capture des grandeurs physiques analogiques (mécaniques, chimiques, thermiques ou optiques) et les transforme en signaux électriques analogiques et numériques.

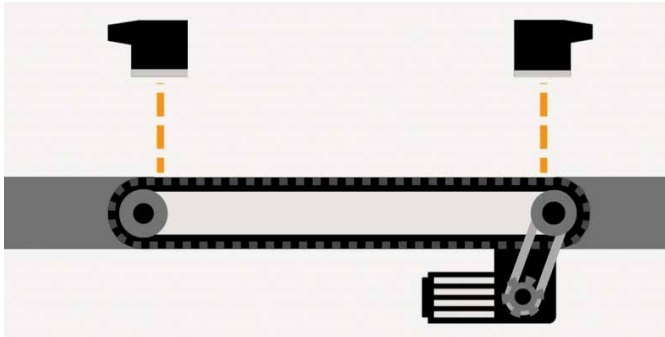
Les capteurs peuvent être distingués par type de signal (capteur analogique, capteur numérique), principe de mesure (capteur optique, capteur capacitif, etc.), application (capteurs dans l'automatisation, capteurs dans l'aérospatiale, etc.) et quantité mesurée (capteur de puissance, capteur de température, etc.).



## Comment fonctionne un capteur simple ?

Sur l'image, vous pouvez voir une bande transporteuse simple au-dessus de laquelle un capteur a été monté sous la forme d'un capteur rétro réfléchissant. Il utilise la réflexion pour détecter si une pièce est située ou non au point pertinent sur la bande transporteuse.

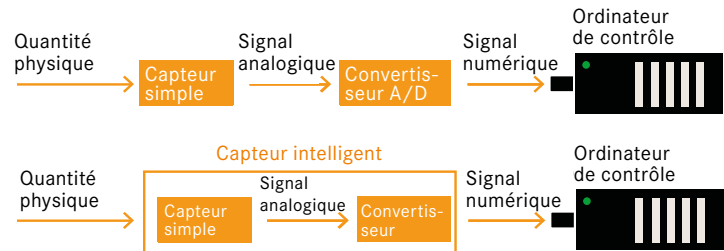
- S'il n'y a aucune pièce sous la barrière lumineuse, la lumière n'est pas réfléchi et le capteur délivre la valeur « pas de pièce présente » comme signal électrique.
- Si une pièce passe sous la barrière lumineuse, la lumière est réfléchi sur le dessus de la pièce et le capteur fournit la valeur « pièce présente » comme signal électrique.



## Distinction entre capteurs simples et intelligents

Un « capteur simple » génère un signal de mesure analogique à partir d'une grandeur physique. Ce signal doit ensuite être préparé par un module physiquement séparé (par ex. un système E/S) afin qu'il puisse ensuite être traité par un ordinateur de contrôle.

Un « capteur intelligent » a l'avantage qu'en plus d'enregistrer la grandeur mesurée, il peut également préparer et traiter cette dernière selon des fonctions prédéfinies, puis l'envoyer en tant qu'information numérique. Cette intelligence lui permet de communiquer directement avec l'ordinateur de contrôle.



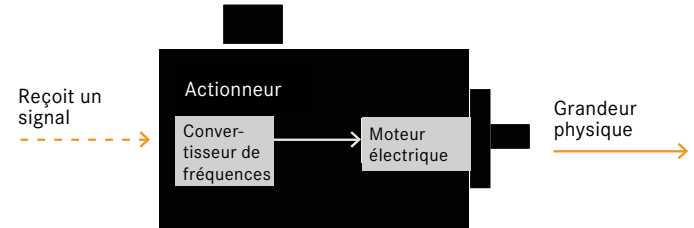


## 2.3 ACTIONNEURS

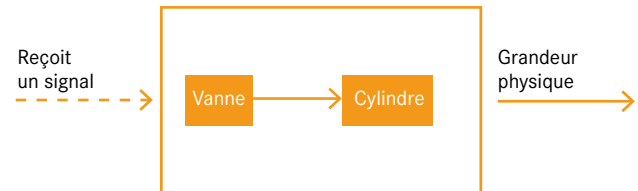
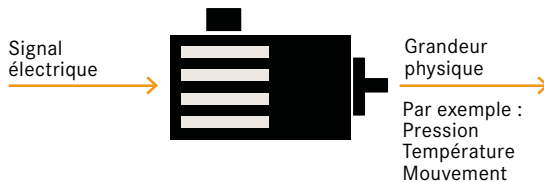
Le principe de fonctionnement d'un actionneur est l'inverse d'un capteur : un actionneur convertit les signaux électriques d'un ordinateur de contrôle en grandeurs physiques. Les impulsions électriques sont converties en pression, sont température, mouvement ou autres grandeurs physiques au moyen d'un actionneur.

Comme pour les capteurs, il est possible de distinguer différents types d'actionneurs. Les actionneurs sont catégorisés comme électromécaniques, électromagnétiques, pneumatiques, hydrauliques ou autres, selon le processus de conversion utilisé.

Dans un moteur électrique (actionneur électromécanique), les signaux requis sont transmis par l'ordinateur de contrôle à un convertisseur de fréquence. Ce signal peut contenir la vitesse de rotation désirée, par exemple. Le convertisseur de fréquence reçoit le signal et fournit au moteur électrique le courant requis.



Dans un vérin (actionneur pneumatique), les signaux requis sont transmis par l'ordinateur de contrôle à une vanne. La vanne fonctionne au moyen d'un solénoïde intégré qui s'ouvre ou se ferme, en fonction de la tension donnée. Lorsque la vanne est ouverte, l'air comprimé circule dans le vérin, qui s'étend alors. Lorsque la vanne est fermée, l'air dans le vérin s'échappe et le vérin se rétracte à nouveau. Un frein automatique est un exemple de cela. Le frein ne s'ouvre que si de l'air comprimé est disponible, sinon le fonctionnement du frein est automatique.



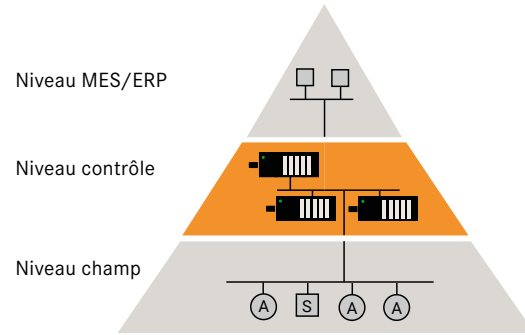
## 2.4 ORDINATEUR DE CONTRÔLE

Comme expliqué dans le Module 1, un ordinateur de contrôle sert à contrôler le processus technologique. Dans la technologie d'automatisation industrielle, un PLC (Programmable Logic Controller – Automate programmable industriel) est principalement utilisé comme ordinateur de contrôle.

### Position du PLC dans un système d'automatisation

La fonction du PLC est de contrôler un processus ou un sous-processus. Pour cette raison, il est placé le plus proche possible du processus. Cependant, cela signifie également qu'un PLC doit être résistant aux vibrations et aux températures, par exemple, tout en étant très fiable. Si les capteurs/actionneurs sont positionnés à côté du PLC, ils sont directement connectés au PLC. Les capteurs/actionneurs éloignés du contrôleur sont généralement connectés au PLC via ce que l'on appelle un système de bus (voir ci-dessous dans ce module). Dans les systèmes plus importants avec plusieurs sous-processus, un PLC séparé est utilisé pour chaque sous-processus, et ces PLC sont mis en réseau les uns avec les autres.

En revenant sur la pyramide d'automatisation du Module 1, nous avons vu que le niveau de contrôle se situait entre le niveau champ et le niveau MES/ERP. Le niveau de contrôle est lui-même constitué d'un ou plusieurs ordinateurs de contrôle. Cela signifie qu'un ordinateur de contrôle (PLC) doit effectuer les fonctions suivantes :



- Utiliser les capteurs et les actionneurs au niveau champ pour **contrôler le processus souhaité**. Cela peut impliquer de travailler avec des recettes pour fabriquer des produits alimentaires, par exemple, ou de soumettre une pièce à plusieurs phases de traitement.
- **Alignement** avec le niveau MES/ERP **pour coordonner** les ressources. De cette manière, il est possible de déterminer quelle machine est en train de gérer quel ordre et quand elle devrait être disponible à nouveau, par exemple.
- **Fonctions de protection** pour l'opérateur en utilisant divers capteurs pour éviter les blessures corporelles.
- **Prise en charge de divers modes** de fonctionnement de la machine ou du système, tels que le fonctionnement normal, le nettoyage et les travaux de maintenance.

### Structure d'un PLC

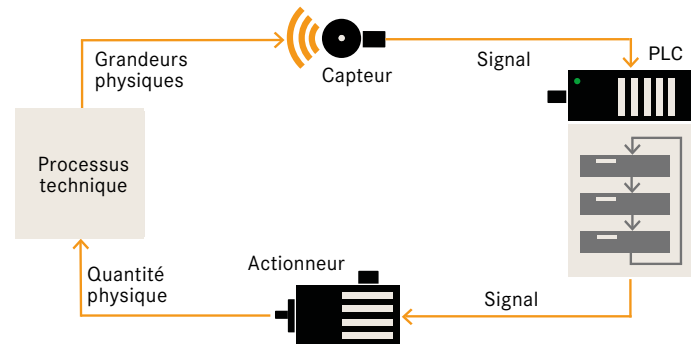
En fonction de son type, un PLC a un nombre différent d'entrées et de sorties ainsi qu'une unité de traitement. Le PLC classique est basé sur un cycle, c'est-à-dire une séquence qui est constamment répétée en interne. Le système fonctionne selon le modèle entrée-fonction-sortie :

- L'ordinateur de contrôle reçoit les signaux des capteurs via ses entrées (entrée).
- Les signaux reçus sont traités selon une logique prédéfinie (programme PLC) par l'ordinateur de contrôle (fonction).
- En fonction de la logique, l'ordinateur de contrôle génère les signaux appropriés pour les actionneurs (sortie).
- Le traitement recommence ensuite depuis le début (l'ordinateur de contrôle reçoit à nouveau les signaux des capteurs).

Cela crée ce qu'on appelle une boucle d'information.

### Le PLC est utilisé dans de nombreux domaines d'application tels que :

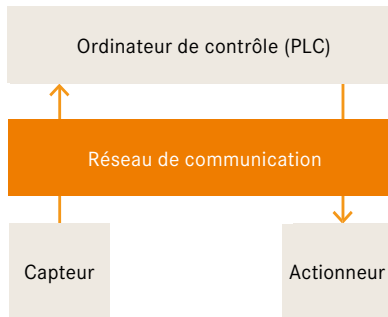
- La construction de machines spéciales (par ex. machines à bois)
- Automatisation d'usine (utilisation d'un grand nombre de PLC, par ex. une ligne d'assemblage dans la construction automobile)
- Automatisation mobile (par ex. machines agricoles, engins de chantier, navires)
- Production d'énergie (par ex. centrales éoliennes, centrales solaires)
- Automatisation de bâtiment
- Technologie scénique



## 2.5 VUE D'ENSEMBLE DES COMPOSANTS D'UN RÉSEAU DE COMMUNICATION

Afin de pouvoir construire un système d'automatisation complet à partir des composants capteur, actionneur et ordinateur de commande, un réseau de communication est nécessaire pour réunir tous ces composants. Les sections suivantes présentent les principaux principes et composants nécessaires pour comprendre les réseaux de communication :

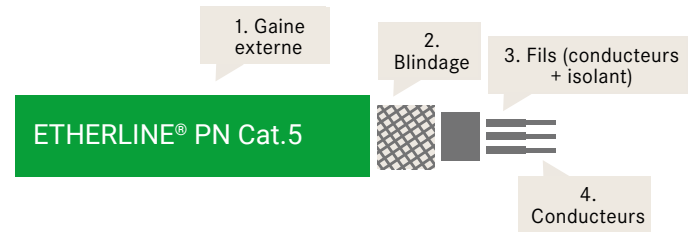
- Type de câble dépendant de l'application
- Connecteurs
- Topologies de réseau
- Classification fondamentale des technologies de transmission dans les bus de terrain ou Ethernet
- Composants de réseau tels que les commutateurs ou modules E/S décentralisés



### 2.5.1 LE CÂBLE

#### Structure d'un câble

Un câble est constitué d'un ou de plusieurs conducteurs contenus dans une gaine de câble. Un conducteur est défini comme une âme conductrice avec une isolation. Lorsqu'une âme est composée de plusieurs fils internes fins, elle est appelée conducteur multibrin et les fils individuels sont appelés brins. Selon les besoins, un blindage électromagnétique est appliqué aux différentes isolations.



#### Conducteur

Un conducteur électrique est un support servant à transmettre de l'énergie électrique (pour la fourniture d'électricité) ou à transmettre des impulsions électriques (à des fins de communication de données). Les conducteurs électriques sont généralement faits de cuivre ou d'aluminium, car ces matériaux présentent un niveau élevé de conductivité électrique, une faible dépendance à basse température de la conductivité, une conductivité thermique élevée et une résistance mécanique élevée. Les revêtements faits d'étain, d'or, d'argent et de nickel servent souvent à protéger la surface métallique contre la corrosion.

La flexibilité mécanique d'un câble est déterminée par la structure du conducteur. Les distinctions suivantes sont établies en termes de type de construction :

- Conducteurs à âme massive constitués d'un seul conducteur solide
- Conducteur multibrin composé de sept à plusieurs centaines de fils internes minces (appelés brins).

Le type de construction le plus simple pour un conducteur électrique est le conducteur individuel à âme massive. Il a un diamètre extérieur constant et, grâce à sa grande section transversale, il présente une grande rigidité, tandis que les versions multibrin offrent une plus grande flexibilité.

### Isolation du fil


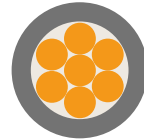
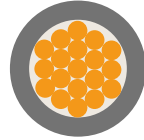
L'isolation du fil sert à protéger le conducteur électrique afin d'éviter les courts-circuits, à des fins de fixation et pour assurer une protection contre les contacts. Les plastiques utilisés pour l'isolation ont une conductivité électrique négligeable, une faible capacité d'absorption de l'eau, une résilience thermique élevée et une résistance élevée à l'abrasion. Les matériaux d'isolation fréquemment utilisés sont : PVC, PE, PP, PTFE, caoutchouc et PUR.

### Blindage

À haute fréquence, les fils d'un câble agissent comme des antennes. Cela signifie qu'ils émettent des champs électromagnétiques dans l'environnement (par ex. câbles électriques à proximité) et absorbent également les champs électromagnétiques de l'environnement. Afin de réduire cette influence sur l'environnement et sur la transmission de données, les câbles sont équipés d'une protection électrique. Les types et matériaux types de blindage comprennent des blindages tressés faits de fils de cuivre (principalement revêtus d'étain) et des blindages en feuille d'aluminium ou de cuivre.

### Gaine de câble

La gaine du câble protège la structure interne du câble contre les chocs chimiques (acides, alcalis, huiles), les contraintes mécaniques

Structure	Âme massive	Conducteur multibrins, 7 brins	Conducteur multibrins, 19 brins
			
Installation	Fixe	Mouvement occasionnel	Haute flexibilité
Exemple d'application	Chemin de câble	Cordon équipé	Chaîne porte-câble/robot
Abbréviation LAPP	/1	/7	/19

(abrasion, torsion) et l'impact environnemental (rayonnement UV). Le choix correct du matériau de la gaine est donc essentiel pour la durabilité et la résilience du câble. Les matériaux typiques incluent les plastiques tels que le TPE, le PUR et le PVC.

### **Critères de choix d'un câble**

Quel est le but recherché : Le câble doit-il être utilisé pour la transmission d'énergie ou la transmission de signaux ?

Dans quel secteur industriel doit-il être utilisé ? (certifications, homologations)

Au moyen de quels composants le câble doit-il être connecté ? (transmission d'énergie ou de signal, technologie de connexion)

Dans quelle plage de température le câble doit-il être utilisé ? La connexion sera-t-elle exposée aux variations de température pendant le fonctionnement ? (conductivité électrique, conductivité de fonctionnement)

Le câble doit-il être fixe ou non fixe ? (flexibilité du câble)

Comment le câble doit-il être installé ? (méthode de pose, flexibilité, technologie de connexion)

Dans quel environnement le câble doit-il être utilisé ? (résistance chimique, résistance à l'eau et à l'humidité, tenue au feu, protection contre les rayons UV)

## **2.5.2 CONNECTEURS DE RÉSEAU DE COMMUNICATION**

### **Que sont les connecteurs ?**

Les connecteurs sont des composants électriques qui relient électriquement deux composants de transmission au moyen d'une zone de contact détachable. Le caractère détachable de la connexion électrique est ici un facteur clé, car il permet l'installation des machines et des installations sur leur lieu d'utilisation, la flexibilité d'application, le démontage et l'assemblage des installations de production lorsqu'un changement d'emplacement est nécessaire, la réparation et l'entretien des composants du système, ainsi qu'une manipulation plus facile des composants du système.

### **Structure des connecteurs et exigences de matériaux**

Les connecteurs se composent de deux parties principales : l'insert mâle et l'insert femelle. Ils sont montés dans des boîtiers.

### **Zone de contact**

Les principales exigences de la zone de contact détachable sont une conductivité électrique élevée, une résistance élevée à la corrosion et une résistance élevée à l'usure mécanique. Le cuivre ou les alliages de cuivre sont principalement utilisés pour les éléments de contact en raison de leur conductivité électrique. Les revêtements de surface en argent ou en or sont souvent utilisés pour assurer la protection contre la corrosion.

### Boîtiers de connecteur

Les principales fonctions du boîtier sont d'assurer la stabilité mécanique du connecteur, de protéger la connexion électrique, de fournir un blindage électrique et également d'assurer la capacité de traitement et la compatibilité environnementale. Les boîtiers peuvent être faits de plastique ou également d'alliages métalliques tels que des alliages d'aluminium ou des alliages cuivre-nickel-zinc.

### TERMES DE LA TECHNOLOGIE DES CONNECTEURS

#### Face du connecteur

La forme des surfaces de connexion d'un boîtier de connecteur est appelée la face du connecteur. Il y a des connecteurs avec des faces de connecteurs rondes ou rectangulaires, par exemple. Afin d'éviter les erreurs, des boîtiers de connecteurs avec des codages différents peuvent être utilisés. Les codages sont appliqués au moyen d'éléments de forme sur les boîtiers, tels que des ergots ou des crochets à encliqueter.

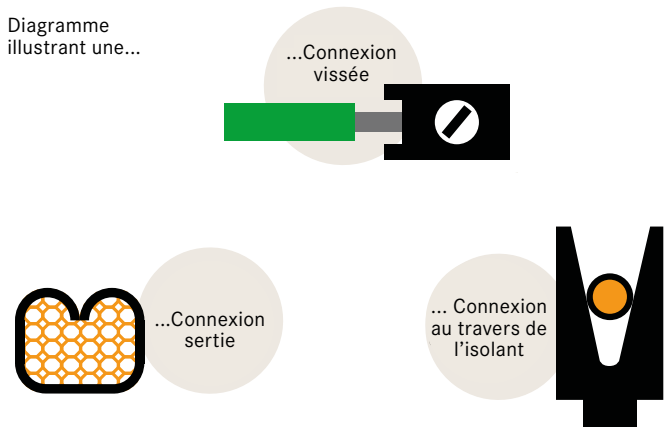
#### Configuration de pôles

L'agencement et la nature des contacts dans le connecteur s'appellent la configuration de pôles. Les configurations de pôles définies sont utilisées pour s'assurer que seuls les connecteurs du même système peuvent être raccordés les uns aux autres. Cela empêche les connecteurs pour la transmission de puissance d'être confondus avec ceux pour la transmission de données, par exemple.

### Technologies de connexion dans les câbles

L'opération qui consiste à mettre des connecteurs sur des câbles est appelée confection de cordons. Essentiellement, il n'est pas nécessaire d'assembler les cordons soi-même : ils peuvent être achetés pré-assemblés. Si l'option d'auto-assemblage est choisie, il faut d'abord décider comment le câble doit être raccordé au connecteur. La technologie de connexion à utiliser pour l'application en question dépendra du lieu de déploiement du connecteur ou du câble, du lieu de traitement ou de l'application sur site, du type de conducteur à connecter, de la disponibilité de l'outil et du coût d'établissement de la connexion.

Diagramme illustrant une...



### **Soudage/Brasage**

Il peut être utilisé à la fois pour les âmes massives et les multibrins. Avec cette technologie de connexion, il faut veiller à ce que le matériau des éléments de connexion soudés soit approprié au processus de soudage.

### **Raccord à vis**

C'est une technologie de connexion détachable et non soudée qui est utilisée pour connecter les fils et les brins. Ici, il est important que les fils soient dénudés et redressés avant la connexion, ou bien équipés d'un manchon, par exemple.

### **Sertissage**

Un contact à sertir est une connexion de force non soudée entre le conducteur du câble et les éléments de connexion à sertir dans le connecteur. Le sertissage est effectué à l'aide d'un outil spécial. L'isolation doit être retirée du conducteur avant le sertissage.

### **Déplacement d'isolant**

Cette méthode permet de connecter les fils à âme massive et multi-brin sans soudure, vissage ni dénudage. Le fil est enfoncé dans une fente qui enlève l'isolation du câble et assure également une pression de contact avec le conducteur.

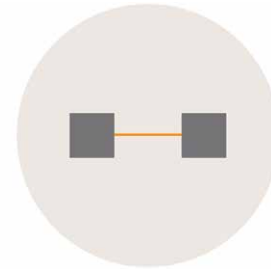


### 2.5.3 TOPOLOGIES DE RÉSEAU

Une topologie de réseau est une représentation graphique de la manière dont les dispositifs sont mis en réseau les uns avec les autres. Les types de topologie que l'on retrouve dans les réseaux industriels sont illustrés sur le schéma :

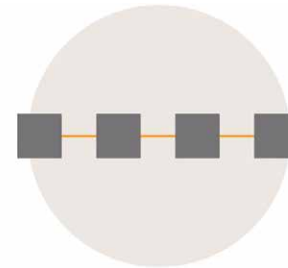
#### Connexion point à point

La connexion la plus simple est une connexion point à point entre deux dispositifs. Il peut s'agir d'une connexion entre un PLC et un PC, par exemple. L'un des principaux inconvénients ici est que si un dispositif doit communiquer avec plusieurs autres dispositifs, une connexion distincte doit être établie dans chaque cas.



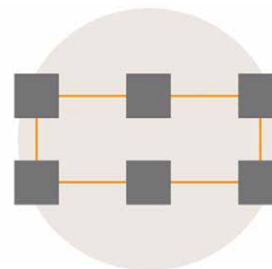
#### Topologie linéaire / en bus

La connexion de dispositifs en série pour former une topologie linéaire est également appelée topologie en bus. Les dispositifs sont tous connectés à un seul support de transmission. Les systèmes de bus de terrain classiques tels que PROFIBUS disposent de ce type de topologie. (voir aussi Module 3)



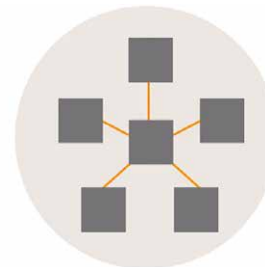
### Topologie en anneau

Lorsque les dispositifs sont connectés dans une topologie en anneau, chaque dispositif peut communiquer essentiellement avec tous les autres appareils via deux canaux (dans le sens des aiguilles d'une montre, ou dans le sens inverse). Et c'est le principal avantage de cette structure : la communication entre les dispositifs est toujours conservée même si une section du réseau est interrompue. Ce type de structure annulaire redondante peut être réalisé avec EtherCat, par exemple (voir aussi Module 4).



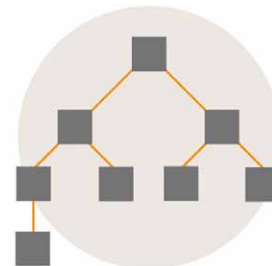
### Topologie en étoile

Avec une topologie en étoile, un composant de distribution est requis pour former le centre de l'étoile.



### Topologie en arbre

Un arbre a plusieurs composants de distribution, en fonction de sa taille, et peut donc être considéré comme une étoile «étendue». Un exemple de cette typologie est le type commun de réseau Ethernet de bureau utilisant des commutateurs comme composant de distribution.



## 2.5.4 BUS DE TERRAIN ET ETHERNET

Alors que les topologies de réseau peuvent théoriquement prendre n'importe quelle forme, chaque technologie de réseau a des propriétés et des limitations spécifiques en termes de topologies de réseau potentielles qui peuvent être utilisées. Ces dernières peuvent généralement être distinguées selon les réseaux de communication basés sur le bus de terrain ou Ethernet.

### Bus de terrain

- Un bus de terrain établit la connexion entre les capteurs, les actionneurs et l'ordinateur de contrôle. Plusieurs dispositifs peuvent être connectés à un bus de terrain et envoyer leurs messages via la même ligne. Dans ce cas, il faut spécifier qui est autorisé à échanger des informations et quand.
- Presque tous les fabricants de PLC ont conçu leur propre bus de terrain. Pour cette raison, il existe de nombreuses technologies qui sont différentes les unes des autres.
- Les différences incluent la longueur de câble maximale, le débit de données ou la gamme de fonctions.
- Dans le Module 3, vous découvrirez la structure fondamentale d'un bus de terrain et les différents types tels que Profibus, Can-Bus, CC-Link et AS-Interface. Les différences entre les divers bus de terrain seront illustrées sur la base d'une comparaison des différents types.

### Ethernet

- Ethernet est une technologie développée à l'origine pour la communication de bureau, c'est-à-dire pour l'échange de données dans des réseaux de données locaux (LAN) basés sur PC ; elle se compose d'un certain nombre de composants logiciels et matériels. Ethernet permet des taux de transfert beaucoup plus élevés allant jusqu'à 40 Gigabit/s.
- Un certain nombre de fabricants de PLC ont étendu la technologie Ethernet de base afin de répondre à diverses exigences industrielles. Cela a conduit à l'existence d'un certain nombre de systèmes Ethernet spécifiques au fabricant, comme c'est le cas avec les systèmes de bus de terrain.
- Les différences incluent la capacité en temps réel, la topologie et les avantages de l'Ethernet par rapport aux bus de terrain.
- Dans le Module 4, vous découvrirez la structure fondamentale d'Ethernet ainsi que les différences d'Ethernet pour le bureau et l'industrie. Ici, nous allons examiner diverses technologies telles que Modbus TCP, Powerlink, ProfiNet et EtherCat.

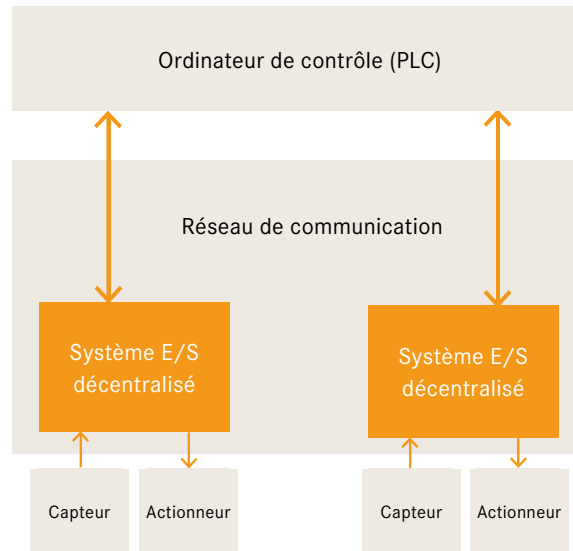
## 2.5.5 SYSTÈME E/S DÉCENTRALISÉ DU RÉSEAU DE COMMUNICATION

Un système E/S décentralisé est constitué d'un ou plusieurs composants réseau connectés au PLC via des bus de terrain ou Ethernet, permettant la connexion directe de différents capteurs et actionneurs.

Le principal avantage d'un système E/S décentralisé est que les capteurs et les actionneurs ne doivent pas être câblés au PLC mais

disposent d'un système de communication intermédiaire : cela réduit considérablement le travail d'installation.

Chaque système E/S décentralisé se compose d'un coupleur et de connexions E/S ou de modules E/S. Le coupleur établit la connexion à l'unité de commande (PLC), par ex. via un bus de terrain. Les capteurs et les actionneurs individuels sont connectés aux modules E/S.



### 3. SYSTÈMES DE BUS DE TERRAIN

#### 3.1 UNE BRÈVE HISTOIRE DU BUS DE TERRAIN

Au début des années 1980, divers fabricants de contrôleurs ont commencé à développer leurs propres bus de terrain. L'idée était de remplacer le câblage parallèle existant (voir figure) entre les capteurs/actionneurs et les contrôleurs par une connexion série unique entre tous les composants, réduisant ainsi de manière significative la quantité de câblage requise.

Les premiers exemples étaient des systèmes de bus tels que Bitbus d'Intel, Sinec L2 de Siemens et Lightbus de Beckhoff. Il y avait plusieurs défis à surmonter pour développer un système de bus. Tout d'abord, un système de bus devait pouvoir transmettre des signaux numériques et analogiques. Deuxièmement, pour pouvoir utiliser simultanément plusieurs appareils sur un même bus, il a fallu définir des mécanismes d'accès pour une communication ordonnée.

Ceci, cependant, a abouti à plus d'une douzaine de technologies concurrentes. Pour des raisons commerciales, chaque fabricant a déclaré vouloir faire de sa propre solution la norme nationale ou internationale. Le résultat a été une « guerre des bus de terrain » qui a duré des années et qui a finalement pris fin lorsque la norme CEI

61158 a été introduite. Le compromis obtenu comprenait la description d'un total de 18 bus de terrain différents. Dans le module 4, vous découvrirez ce qui s'est passé dans le cas d'Ethernet industriel.

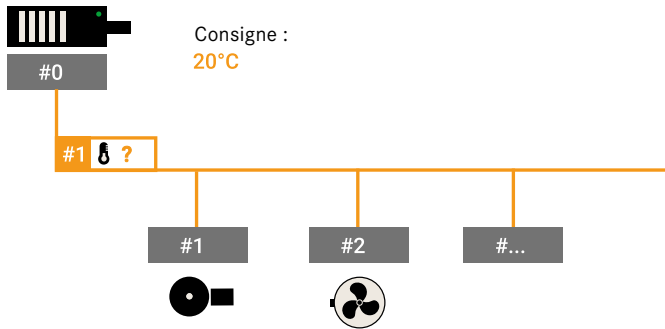
#### Introduction

Comme décrit, chaque fabricant a conçu ses propres mécanismes de communication pour son propre bus de terrain afin de permettre à tous les capteurs et actionneurs d'échanger des informations sans interférence. Comme la plupart des bus de terrain examinés dans ce module suivent des variantes de la procédure dite maître-esclave, celle-ci sera présentée ici :

#### La procédure maître-esclave

Dans la procédure maître-esclave, le maître assume un rôle similaire à celui du président dans une discussion, déterminant qui est capable de communiquer et à quel moment. Les capteurs et les actionneurs sont désignés comme esclaves. Pour que le maître puisse autoriser les esclaves à « parler », chaque esclave doit avoir une adresse unique. Le maître lui-même est généralement contenu dans le PLC.

### 3.2 AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DU BUS DE TERRAIN PAR RAPPORT AU CÂBLAGE CONVENTIONNEL



#### Fonctionnement de la procédure maître-esclave

Le maître commence par envoyer une requête au capteur avec l'adresse 1. En réponse, le capteur envoie sa valeur de capteur (par ex. une valeur de température) sous forme de message au maître, qui est ensuite traité par le contrôleur. Le maître envoie alors un autre message à l'actionneur avec l'adresse 2, qui contient par exemple la valeur de la vitesse du ventilateur. Le maître procède de la même manière avec le capteur (adresse 3) et l'actionneur (adresse 4). Un bus de terrain fonctionnant par cycles comme un automate, le maître recommence alors en envoyant une requête au capteur avec l'adresse 1.

#### Avantages

- Facile à installer : moins de câblage et des armoires de commutation plus petites et plus simples
  - Recherche d'erreur réduite en cas de défaillance
  - Un câble pour les signaux numériques/binaires et analogiques
  - Protection contre les défauts avec des valeurs analogiques
  - Le système automatisé est capable d'auto-diagnostic, par exemple lorsque des défauts se produisent dans les capteurs/ actionneurs
  - Extension plus simple ou ajout simple de capteurs/actionneurs
- #### Inconvénients
- La complexité nécessite un personnel qualifié pour l'exploitation et la maintenance
  - Plus élaboré en termes de technologie de mesure
  - Temps de réponse plus longs dus à l'accès séquentiel des esclaves (en fonction du bus de terrain en question)
  - La défaillance du système de bus entraîne une défaillance de la communication entre tous les composants

### 3.3 CLASSIFICATION DES BUS DE TERRAIN EN FONCTION DES PROPRIÉTÉS

Les bus de terrain peuvent être subdivisés en deux groupes en fonction de propriétés telles que le nombre de composants ou les restrictions en termes d'options de configuration :

- Mise en réseau de dispositifs complexes au niveau du champ et du contrôle, tels que les contrôleurs de robot
- Raccordement d'actionneurs simples et de capteurs tels que capteurs de température ou interrupteurs de fin de course

Ces « types de bus de terrain » sont souvent utilisés en combinaison.

### 3.4 TERMES CLÉS POUR COMPRENDRE LES BUS DE TERRAIN

#### **Impédance caractéristique**

L'impédance caractéristique est spécifiée en ohms et est également appelée impédance de câble. Elle est considérée comme la propriété électrique d'un câble en cas de tensions et de courants alternatifs tels que ceux qui se produisent lorsque des messages sont transmis (échange rapide de signaux numériques). L'impédance caractéristique ne dépend pas de la longueur du câble et ne doit pas être confondue avec la résistance électrique d'un câble, qui dépend de la longueur et de la section d'un câble. Les termes résistance terminale et terminaison de bus font généralement référence à la même valeur que l'impédance caractéristique.

#### **Terminaison de bus**

Afin de réduire la responsabilité de défaut d'un système de bus de terrain, les deux extrémités d'un bus de terrain doivent avoir une terminaison de bus. Cela se réfère à une connexion des fils via des résistances de terminaison. Si les fils porteurs de signaux sont connectés à la masse de données, il s'agit d'une terminaison de bus passive ; si les fils porteurs de signaux sont connectés à la tension d'alimentation via une résistance, cela est décrit comme une terminaison de bus active. Le bus se termine généralement par une résistance égale à l'impédance caractéristique du système de bus.

### **Temps de réponse**

Le temps de réponse d'un système d'automatisation basé sur un bus de terrain est défini comme le temps nécessaire pour qu'une valeur de capteur soit envoyée via le bus de terrain au contrôleur, que cette dernière soit traitée par le contrôleur et que le résultat soit envoyé à l'actionneur via le bus de terrain. Cela signifie que deux cycles de bus de terrain et un cycle de contrôleur déterminent le temps de réponse.

### **Répéteur**

Pour chaque bus de terrain, une longueur/extension maximale du réseau est définie et peut être réalisée avec un répéteur (amplificateur). Si des répéteurs sont utilisés, le réseau peut être étendu en fonction des spécifications du fabricant. Chaque sous-réseau est appelé un segment. Le répéteur connecte les extrémités des sous-réseaux/segments les uns aux autres.

### **Composants**

Les composants (bus) d'un bus de terrain sont tous des équipements de bus de terrain qui participent activement à la communication au sein du réseau. Cela n'inclut pas les répéteurs.

## 3.5 PRÉSENTATION DE QUELQUES BUS DE TERRAIN

La table suivante présente quelques un des bus de terrain parmi les plus connus. Différents aspects les distinguent :

Moyen de transmission : Quel type de câble (blindé/non blindé, nombre de fils) doit être utilisé ? Parfois, il est également possible d'utiliser des câbles à fibres optiques (FO).

Topologie : Quelle est la structure du bus de terrain ou comment les composants individuels sont-ils connectés les uns aux autres ?

Nombre maximum de composants : Combien de composants le système de bus peut-il adresser ?

Alimentation en énergie via le bus : Le bus de terrain permet-il d'utiliser le câble pour l'alimentation et la transmission de données en même temps ?

Développeur du système : Quelle entreprise ou quelle organisation a produit le bus de terrain ?

Avantages et inconvénients : Quelles sont les forces et les faiblesses du système de bus en question ?



### 3.6 PROFIBUS

Le nom Profibus signifie PROcess Field BUS (bus de terrain traité). Ce bus de terrain est géré et développé par l'organisation des utilisateurs PROFIBUS (PNO) ou par PROFIBUS&PROFINET International (PI). Le développement du Profibus a débuté en 1987 et il existe actuellement une famille de plusieurs variantes de bus de terrain. Étant donné que Siemens utilise Profibus comme bus central pour ses contrôleurs et que ceux-ci détiennent une part de marché très importante en Europe, ce bus de terrain est très répandu en Europe. Profibus est utilisé dans l'industrie de la fabrication et du traitement, notamment dans les domaines de l'ingénierie du trafic et de la production/distribution d'énergie. Deux variantes de Profibus ont été développées pour l'automatisation de la fabrication et des processus : Profibus DP (Decentralized Periphery – Périphérie décentralisée) et Profibus PA (Process Automation – Automatisation de processus). Les deux variantes diffèrent en termes de câble, de configuration des fiches et d'interface. Profibus PA peut aussi être utilisé dans la zone EX.

#### 3.6.1 Câbles et connecteurs

##### **Ce qui suit s'applique à Profibus en termes de câbles :**

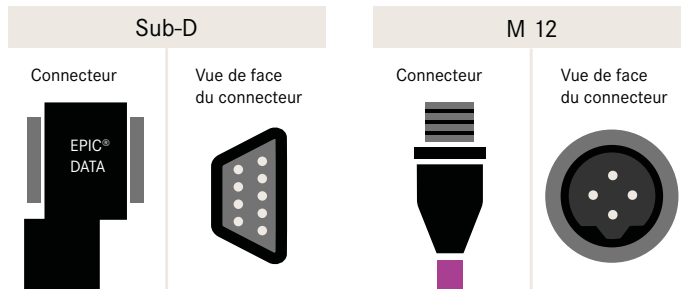
- Profibus DP : 2 fils, blindé, paire torsadée
- Section du conducteur :  $>0,34 \text{ mm}^2$
- Impédance caractéristique : 150 ohm
- Utilisation de câbles en fibre optique (FO) possible (fibre de verre et plastique monomode, multimode), extension maximum 90 km
  
- Profibus PA : 2 fils, blindé, paire torsadée
- Section du conducteur :  $>0,8 \text{ mm}^2$
- Impédance caractéristique : 100 ohm
- Alimentation optionnelle possible dans le câble



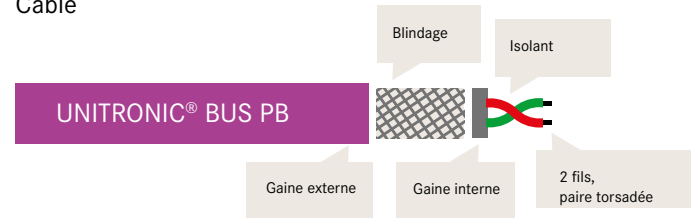
## Ce qui suit s'applique en termes de connecteur :

- Profibus DP
- Connecteur Sub-D (9 broches) pour armoire de commutation pour IP 20, IP 30
- Technologie de connexion : Borne à vis, déplacement d'isolation, technologie de fixation à cage
- Résistance de terminaison/terminaison de bus active disponible
- Fiche M12 (5 broches) pour utilisation en dehors de l'armoire de commutation pour IP 65/IP 67
- Technologie de connexion : Borne à vis
- CEM améliorée en raison du boîtier en métal plein
- Fiche M12 (5 broches) pour utilisation en dehors de l'armoire de commutation pour IP 65/IP 67
- Connecteur 7/8 pour IP 67

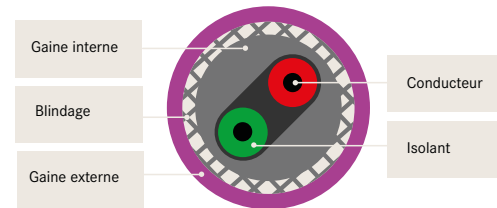
## Connecteur



## Câble



## Vue en coupe



### 3.6.2 TOPOLOGIES, STRUCTURE ET CÂBLAGE

#### **Ce qui suit s'applique à Profibus en termes de topologie :**

- Profibus DP : 100 m à 1200 m selon le débit de données
- Le débit maximum de transmission de données pour Profibus DP sur une longueur de câble de 100 m (transmission électrique) est de 12,0 Mbit/s, et de 9,6 kbit/s sur 1200 m
- Extension maximale de 90 km dans le cas d'un réseau optique (selon le système de fibre optique utilisé !)
- Structure de ligne avec terminaison de bus active (cuivre), ligne, étoile et anneau avec fibre optique
- Nombre total de composants 126
- Profibus PA
- Max. extension 1900 m
- Le débit de transmission de données pour Profibus PA est de 31,25 kbit/s
- Topologie linéaire et en étoile et une combinaison des deux
- Maximum de composants par segment de bus 32, total 126
- Convertisseur entre Profibus DP/PA

### 3.7 BUS CAN

CAN signifie Controller Area Network (réseau de contrôleurs). Il a été initialement développé pour être utilisé dans le secteur automobile. Le protocole CAN est défini dans la norme ISO 11898, qui couvre la topologie du réseau, la couche de liaison de données ainsi que les directives en matière de câbles et de connecteurs. CAN est utilisé dans l'automatisation de la fabrication, dans les machines mobiles et dans les systèmes de contrôle de la construction. Divers fabricants/organisations ont fait des ajouts pour permettre son utilisation

dans l'industrie. Par exemple, ODVA (Open DeviceNet Vendor Association) et Rockwell Automation DeviceNet ont développé DeviceNet, qui applique le protocole Common Industrial Protocol (CIP) à CAN. Rockwell étant un fabricant américain, DeviceNet est principalement utilisé aux États-Unis. DeviceNet est également répandu en Asie, mais pas en Europe en raison de l'existence de systèmes concurrents.



### 3.7.1 CÂBLES ET CONNECTEURS

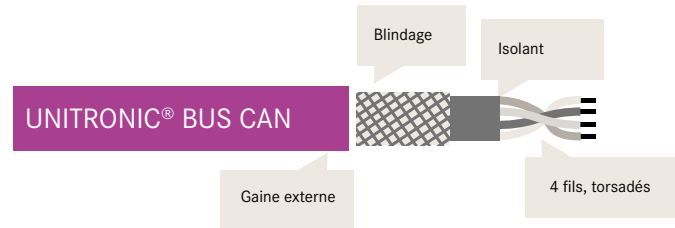
#### Ce qui suit s'applique à CAN en termes de câbles :

- Structure : 2 fils ou 4 fils (avec alimentation), blindé, torsadé (toron de cuivre, étamé/support à 7 fils en cuivre nu)
- Section de conducteur : de 0,25 mm<sup>2</sup> à 0,75 mm<sup>2</sup>
- Blindage général : Tresse en cuivre, étamée, avec drain
- Impédance caractéristique : 120 ohm (la résistance terminale est égale à l'impédance caractéristique)

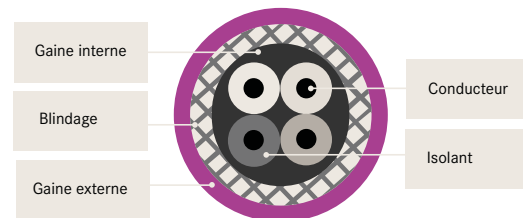
#### Ce qui suit s'applique en termes de connecteur :

- Fiche Sub-D pour une utilisation dans une armoire de commutation
- Nombre de broches : 9 broches
- Types de connexion : Borne à vis, Fast Connect (déplacement d'isolation), connecteur à cage interne

Câble

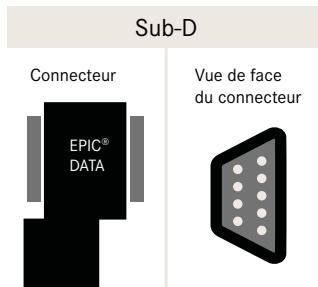


Vue en coupe



- Le débit de transmission maximum est de 12 Mbit/s
- Classe de protection : IP 20, IP 30
- CEM améliorée en raison du boîtier métallique
- Fiche M12 pour utilisation en dehors de l'armoire de commutation pour IP 65/IP 67
- Nombre de broches : 5 broches
- Types de connexion : Borne à vis
- CEM améliorée en raison du boîtier métallique plein

#### Connecteur



### 3.7.2 TOPOLOGIE, STRUCTURE ET CÂBLAGE

#### Ce qui suit s'applique en termes de topologie :

- Différentes longueurs de câbles sont définies en fonction du type de câble (mince, épais, plat), il existe également une distinction entre la ligne principale et la ligne secondaire.
- Structure de ligne avec terminaison de bus passive, topologie de ligne principale/secondaire
- Alimentation en énergie des composants via le bus : 24 V en option
- DeviceNet spécifie les débits de transmission de données suivants pour la ligne principale : la vitesse maximale est de 500 Mbit/s sur une longueur de câble de 100 m et de 125 kbit/s sur une longueur de câble de 500 m.
- DeviceNet est limité à 64 composants

### 3.8 CC-LINK

CC-Link signifie Control and Communication Link (liaison de contrôle et communication). Il a été développé en 1996 par Mitsubishi en tant que bus de terrain interne afin de permettre au fabricant de mettre en réseau ses propres produits dans le domaine de l'automatisation des usines. Les domaines d'application résident dans le contrôle des machines individuelles, des îlots de fabrication, des installations de

production et des usines entières, des systèmes de stockage et de transport ainsi que de l'automatisation des bâtiments. CC-Link est particulièrement répandu en Asie. Outre son pays d'origine, le Japon, l'utilisation de CC-Link se développe principalement dans les pays voisins tels que la Chine et la Corée.

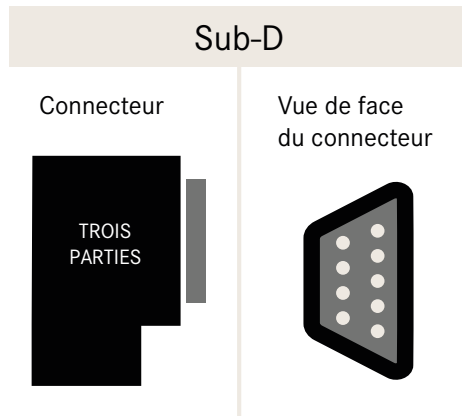
The logo for CC-Link features the letters 'CC' in a large, blue, sans-serif font. To the right of 'CC' is a hyphen followed by the word 'Link' in a blue, italicized, sans-serif font. A small red dot is positioned above the 'i' in 'Link'.

### 3.8.1 CÂBLES ET CONNECTEURS

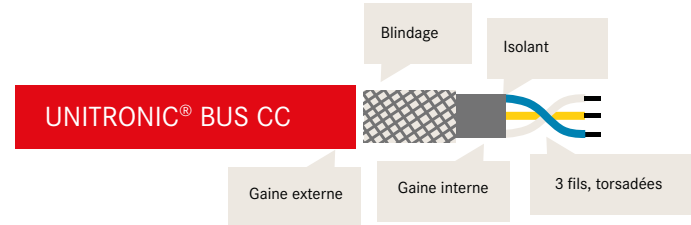
#### Ce qui suit s'applique à CC-Link en termes de câbles :

- Le débit maximum de transmission de données sur une longueur de câble de 100 m est de 10 Mbit/s
- Structure : 3 fils ou 5 fils, blindé, torsadé (fil de cuivre nu)
- Isolation du fil : PE
- Gaine externe : PVC, PUR
- Blindage général : fils de cuivre étamés
- Impédance caractéristique : 110 ohm
- Résistance terminale passive : 110 ohm

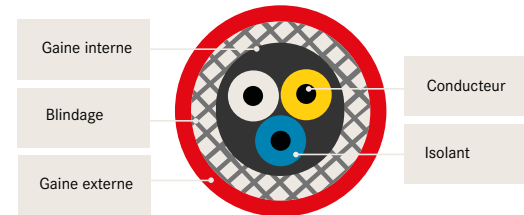
#### Connecteur



#### Câble



#### Vue en coupe

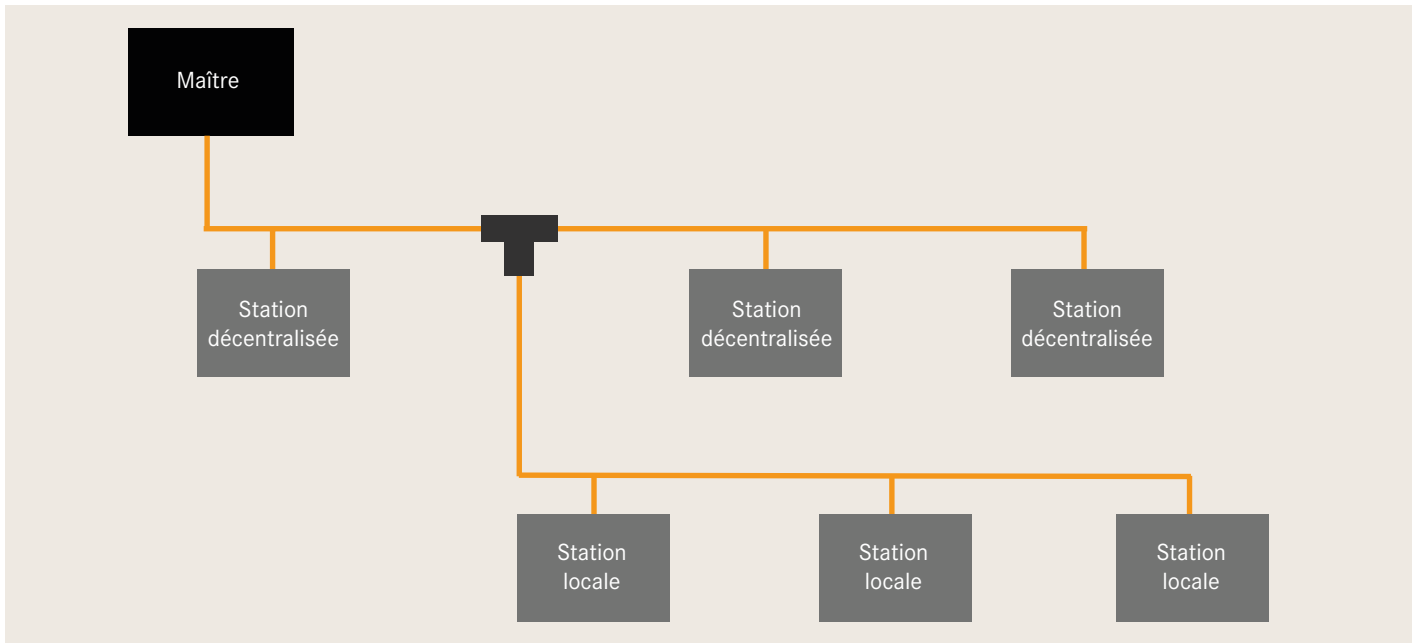




### 3.8.2 TOPOLOGIE, STRUCTURE ET CÂBLAGE

**Ce qui suit s'applique en termes de topologie :**

- Étoile, ligne et bus (bus avec 6 stations maximum par branche)
- Longueur max. de câble sans répéteur 1200 m, avec répéteur jusqu'à 13,2 km
- La vitesse de transmission dépend de l'extension du réseau :
- 100 m → 10 Mbit/s
- 1200 m → 156 kbit/s
- Il est possible de connecter un total maximum de 65 dispositifs (1 maître et 64 esclaves)
- Les composants de bus se distinguent par leur fonction dans la station maître, les stations locales, la station décentralisée, la station E/A décentralisée et la station intelligente.



### 3.9 AS-INTERFACE

AS-i signifie Actuator-Sensor interface (interface actionneur-capteur). Il a été lancé en 1990 par 11 fabricants allemands, dont Baluff, Festo, Sick et Siemens. L'objectif était de développer un bus de terrain aussi simple que possible avec des actionneurs et des capteurs simples nécessitant ou fournissant des signaux de bits afin de pouvoir les connecter à des bus de terrain de niveau supérieur.

AS-i est géré par AS-International Association. L'AS-Interface est très peu coûteuse et idéale pour les signaux d'E/S purement binaires. Son concept de connexion rapide utilise des aiguilles de perçage qui pénètrent dans la gaine extérieure et l'isolation des fils : cela signifie que le dégainage et dénudage du câble ne sont plus nécessaires pendant l'installation.



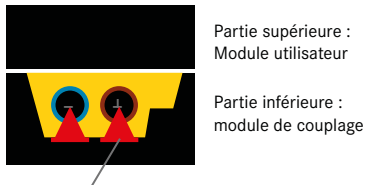
### 3.9.1 CÂBLES ET CONNECTEURS

Ce qui suit s'applique à AS-i en termes de câbles :

- Longueur de câble maximum : 100 m
- Structure : câble plat à deux fils à codage géométrique non blindé, non torsadé
- Section : 1,5 mm<sup>2</sup> et 2,5 mm<sup>2</sup>
- Impédance caractéristique : aucun détail.

#### Connecteur

Connecteur vue de face



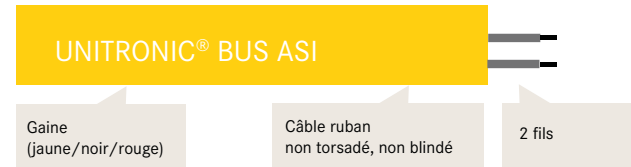
Contact perforant

#### Connecteur



- Transmission d'alimentation et de données utilisant les mêmes câbles (jaune pour les données et l'énergie, noir pour l'énergie et rouge pour l'énergie 230 V)
- Matériau de la gaine externe : Caoutchouc, PVC, élastomère thermoplastique sans halogène, TPE, PUR

#### Câble



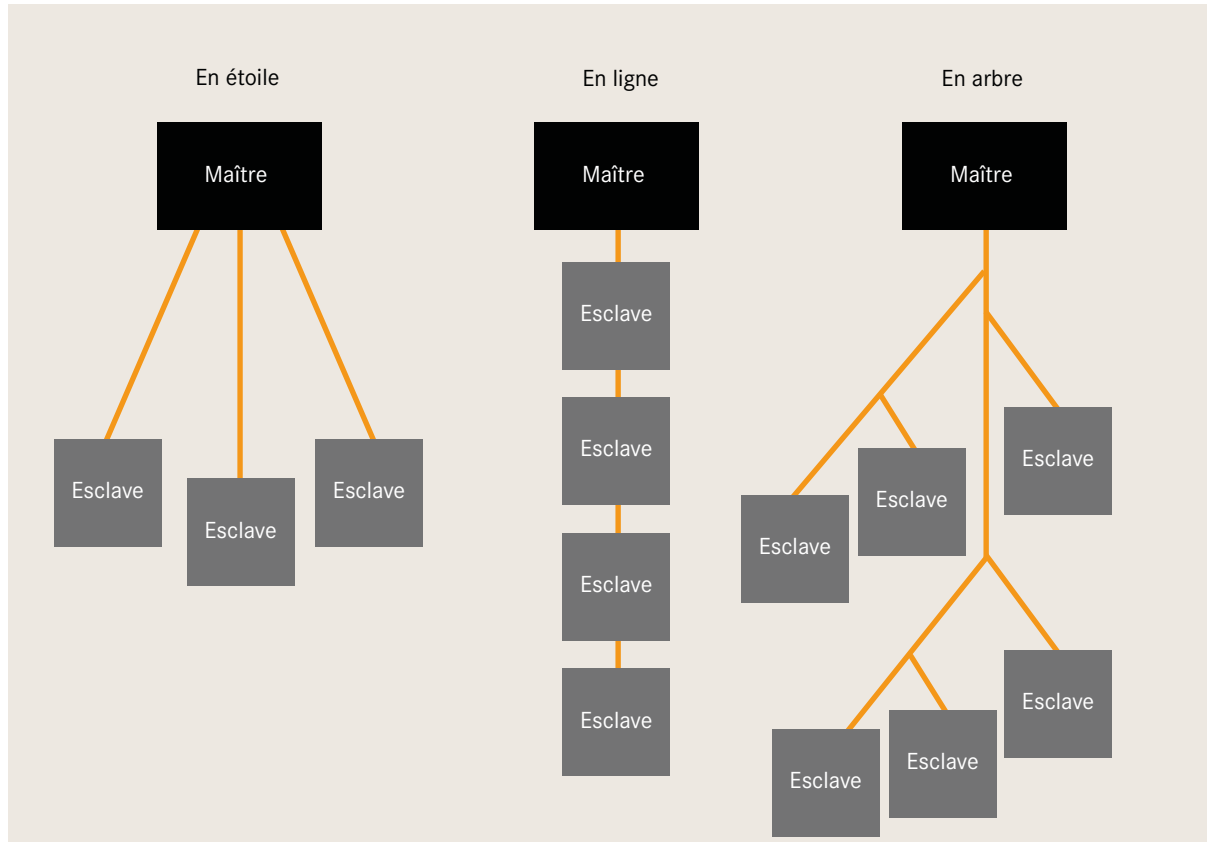
#### Vue en coupe / Connexion par perforation de l'isolant



### 3.9.2 TOPOLOGIE, STRUCTURE ET CÂBLAGE

#### **Ce qui suit s'applique en termes de topologie :**

- Aucune résistance de terminaison nécessaire
  - La somme totale de toutes les longueurs de câble dans un segment ne doit pas dépasser 100 m.
  - Vitesse de transmission 167 kbit/s
  - Avec un maximum de 2 répéteurs, il est possible d'atteindre une extension maximale de 500 m.
  - Nombre d'esclaves : max. 62
- Le système de bus AS-i nécessite sa propre alimentation en plus du maître et des esclaves.
  - Options permettant de connecter le système de bus/maître de bus à des composants d'automatisation de niveau supérieur :
  - Connexion directe à un contrôleur pour des tâches d'automatisation petites ou décentralisées
  - Maître AS-i dans une passerelle qui fonctionne comme un esclave dans un réseau Profibus DP, par exemple :



## 3.10 IO-LINK

Le nom de marque IO-Link fait référence à un système de communication permettant de connecter des capteurs et des actionneurs. Avec AS-Interface, il offre une autre option pour la connexion simple de capteurs/actionneurs à un bus de terrain de niveau supérieur. IO-Link est normalisé sous la désignation Interface de communication numérique point à point pour petits capteurs et actionneurs (SDCI) et, contrairement à tous les autres bus de terrain présentés ici, il ne s'agit pas d'un système de bus mais une forme de communication point à point. IO-Link est développé par le consortium IO-Link et intégré dans l'organisation des utilisateurs Profibus. IO-Link est de plus en plus répandu en Europe.



### 3.10.1 CÂBLES ET CONNECTEURS

#### **Ce qui suit s'applique à IO-Link en termes de câbles :**

- câble 3 fils, non blindé
- Longueur max. 20 m
- Niveau de signal élevé de 24 V permettant une communication robuste
- 3 vitesses de transmission définies : 4,8 kbit/s, 38,4 kbit/s et 230,4 kbit/s

#### **Ce qui suit s'applique en termes de connecteur :**

- Connecteur M5, M8 et M12 avec configuration normalisée
- 2 classes/types de connecteur
- Type A : Broches 2 et 5 spécifiques au fabricant
- Type B : alimentation supplémentaire via broche 2 et broche 5
- Classe de protection : IP 65/67

Câble

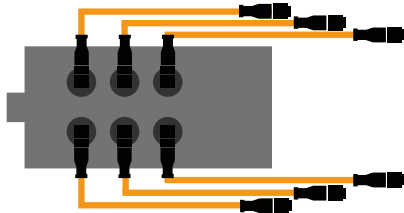


### 3.10.2 TOPOLOGIE, STRUCTURE ET CÂBLAGE

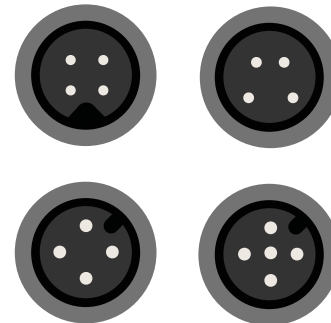
**Ce qui suit s'applique en termes de topologie :**

- Vitesses de transmission : 4,8 kbit/s, 38,4 kbit/s et 230,4 kbit/s
- Un maître possède un certain nombre de ports/connexions, chacun permettant de connecter un capteur/actionneur via une connexion point à point.
- Topologie en étoile à partir du maître

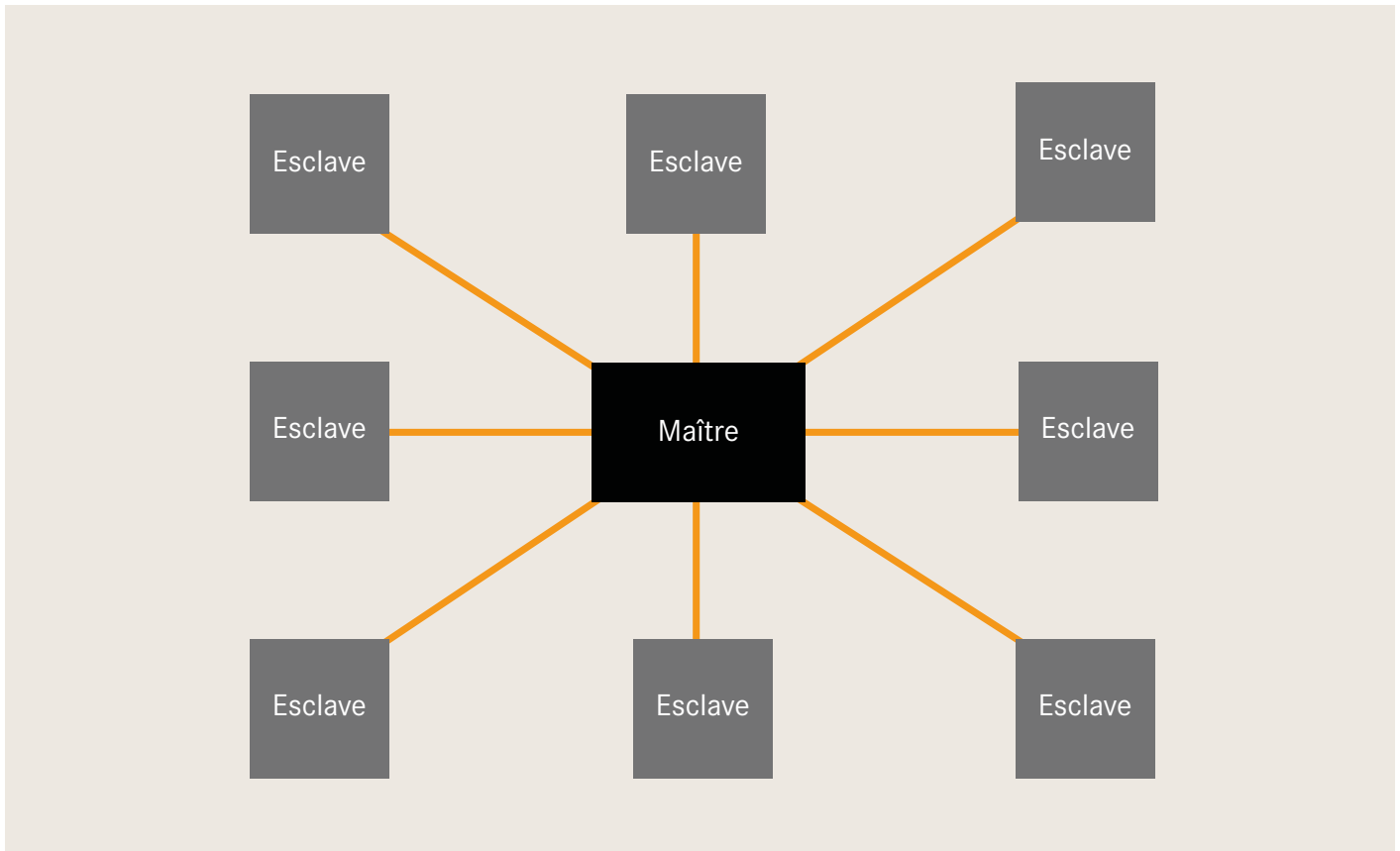
Connecteur



Vue de face du connecteur



### 3.10.3 EXEMPLE DE TOPOLOGIE





## 4. ETHERNET INDUSTRIEL

### 4.1 INTRODUCTION

Ethernet est une technologie de communication composée de divers composants matériels et logiciels qui a été initialement développée dans les années 1970 au centre de recherche Xerox de Palo Alto (PARC). Le protocole de transmission utilisé était dérivé de l'ALOHA-net sans fil développé à l'Université d'Hawaï, d'où le nom Ethernet (du mot « éther »). La première version d'Ethernet avait une vitesse de transmission de 3 Mbit/s. À la différence de l'ARPANET centralisé, qui existait déjà à l'époque, l'objectif était de développer une technologie de communication décentralisée dans laquelle chaque composant était responsable de l'échange d'informations. L'idée était que la défaillance d'un seul composant ne devait pas entraîner la défaillance de l'ensemble de l'infrastructure. Cela se passait dans le contexte de la guerre froide : les États-Unis craignaient une première frappe de l'Union soviétique. L'inconvénient du concept était la communication dite « au mieux », selon laquelle la communication n'est pas programmée de manière déterministe et ne peut donc pas être clairement définie.

À l'origine un système propriétaire, Ethernet a été standardisé en 1980 par le groupe de travail 802 de l'IEEE, l'association professionnelle internationale de l'ingénierie électrique et de l'informatique. Depuis lors, des composants matériels et logiciels ont été développés et rivalisent dans certains cas, initialement sur la base de câbles coaxiaux. Dans les années 1990, le câblage à paires torsadées à base de cuivre est alors devenu dominant. À la même époque, l'utilisation de câbles à fibres optiques était spécifiée.

La norme 100 Mbit/s a ensuite été approuvée au milieu des années 90. À l'heure actuelle, des vitesses de transmission allant jusqu'à 400 Gbit/s sont spécifiées, mais la normalisation future devrait s'étendre à 1 Tbit/s (1000 Gbit/s) et au-delà.

## 4.1.1 FONCTIONNEMENT D'ETHERNET

### Comparaison d'Ethernet et des bus de terrain

Les propriétés suivantes d'Ethernet doivent être mises en évidence par rapport aux bus de terrain :

- Connexions point à point uniquement, donc pas de résistance terminale nécessaire
- Très grand espace d'adressage pour les composants (248, soit environ 281 milliards d'adresses MAC individuelles)
- Chaque composant (comme les commutateurs et les routeurs) rafraîchit le signal
- Les vitesses de transmission élevées permettent une transmission rapide de volumes de données importants (par exemple, 10 Gbit/s contre 12 Mbit/s)



### Principe de fonctionnement

Contrairement à la méthode maître-esclave décrite dans le module 3, tous les composants Ethernet sont égaux. C'est pourquoi

des collisions peuvent survenir sur le réseau lors de l'échange de messages. Un « mécanisme d'écoute » dans chaque périphérique détecte si un autre périphérique envoie un message et attend en conséquence. Si deux appareils transmettent simultanément, les composants émetteurs détectent la collision et arrêtent le processus de transmission. Après une période d'attente aléatoire passée à « écouter » pour voir si la ligne est libre, chaque composant tente à nouveau d'envoyer son message.

Selon la norme IEEE, la communication Ethernet est aléatoire et donc non déterministe. Cela a un impact sur son utilisation dans l'industrie, comme cela sera expliqué plus loin.

### Qu'est-ce qu'une adresse MAC ?

Chaque carte réseau ou connexion réseau d'un appareil possède une adresse MAC unique qui ne peut pas être modifiée par l'utilisateur. MAC signifie Media Access Control (contrôle d'accès au support). Une adresse MAC comprend un identifiant de fabricant et un numéro pour la carte réseau elle-même. Si l'adresse MAC est « 7C F9 5C A8 18 83 », par exemple, « 7C F9 5C » est le code pour le Lapp U.I. et « A8 18 83 » est le code de l'appareil spécifique. Les adresses MAC de l'émetteur et du destinataire sont incluses dans chaque message Ethernet afin que le destinataire puisse reconnaître si le message lui est destiné, ainsi que l'expéditeur du message ou le destinataire de la réponse.

7C:F9:5C:A8:18:83

Numéro d'identification

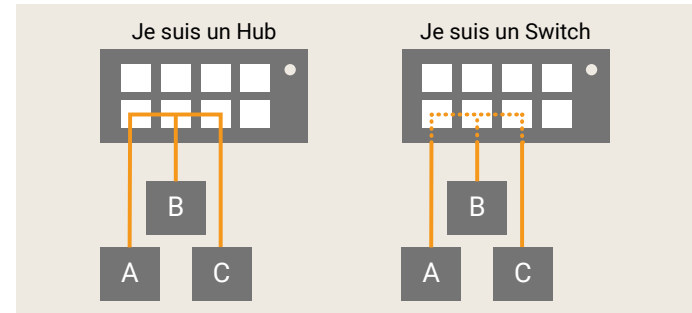
Numéro de carte réseau

### Composants du réseau

Dans les réseaux Ethernet locaux, les concentrateurs et les commutateurs sont utilisés pour connecter les composants entre eux (nos produits de la ligne Ethernet Access). Chacun de ces composants réseau comporte un nombre différent de ports, auxquels les composants sont connectés. La figure montre un réseau avec un concentrateur. Ce dernier ne possède pas sa propre « intelligence » et distribue tous les messages reçus sur un port vers tous les autres ports.

En revanche, un commutateur se souvient de l'adresse MAC du composant qui y est connecté et peut reconnaître à partir du message Ethernet le port auquel le destinataire est connecté. Il envoie ensuite le message exclusivement au port du destinataire. Donc, si un grand nombre d'autres composants sont connectés à un commutateur, de nombreuses connexions peuvent être activées simultanément. Cela signifie que, contrairement à un concentrateur, les collisions peuvent être évitées.

Les commutateurs gérés possèdent une intelligence supplémentaire qui permet d'effectuer des réglages. Par exemple, les ports individuels peuvent être désactivés ou seuls certains ports peuvent être interconnectés (appelés VLAN).

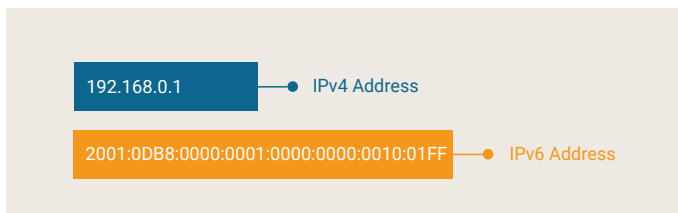


### Le protocole Internet (IP) et le routeur en tant que composant associé

L'adresse MAC est suffisante pour la communication dans un réseau local. Une adresse MAC fournit une description non ambiguë du composant, mais pas du réseau dans lequel il se trouve. Cette fonction est effectuée par l'adresse IP, qui permet l'attribution du composant au réseau local. Si le destinataire du message ne fait pas partie du réseau local, l'expéditeur envoie le message hors du réseau local à l'aide de l'adresse IP.

La sortie du réseau local est permise par un périphérique appelé routeur. Un routeur reçoit les messages qui doivent quitter le réseau local et lit l'adresse du destinataire afin de transmettre le message au réseau du destinataire.

Il existe actuellement deux versions standardisées du protocole Internet. IPv4 et son successeur IPv6. Chaque version du protocole a son propre format pour l'adresse (voir aussi la figure).



Une adresse IPv4 apparaît sous forme de quatre nombres décimaux (0-255) avec un point entre les chiffres et peut contenir un maximum de 232 adresses (4,3 milliards). Une adresse IPv6 est subdivisée en huit blocs séparés par deux points, chacun contenant un nombre compris entre 0 et 65535. Elle apparaît au format hexadécimal (0-15 correspond à 0-9, AF) et peut contenir un maximum de 2128 adresses (340 sextillions =  $3,4 \times 10^{38}$ ). La raison de la création d'un successeur pour le format d'adresse était l'augmentation rapide de la demande d'adresses. Les dernières adresses IPv4 au monde ont été attribuées en 2012. D'ici 2020, 50 milliards d'appareils devraient être connectés directement à Internet.

## 4.1.2 LE CUIVRE COMME MOYEN DE TRANSMISSION

Le moyen de transmission Ethernet dominant est le cuivre. Il présente deux avantages majeurs par rapport à la fibre optique : il est beaucoup plus simple à traiter et il est capable d'alimenter simultanément les appareils connectés. La norme ISO/CEI 11801-1 spécifie les exigences relatives aux composants (câbles et connecteurs) en les regroupant sous forme de catégorie (appelée classification Cat.). Ceux-ci vont actuellement de Cat. 5 à Cat. 8.2. Une différence essentielle entre les diverses catégories est la fréquence qui peut être utilisée pour la transmission de données et la vitesse de transmission que cela permet.

	Débit de données	Paire de connecteur	Distance	Catégorie				
				5	6	6 <sub>A</sub>	7	8,1
100BASE-TX	100 Mbit/s	2	100 m	X	X	X	X	X
100BASE-T	1,000 Mbit/s	4	100 m	X	X	X	X	X
10GBASE-T	10Gbit/s	4	55 m		X	X	X	X
10GBASE-T	10Gbit/s	4	100 m			X	X	X
40GBASE-T	40Gbit/s	4	30 m					X

Chaque composant d'un câble patch (soit un câble avec des connecteurs) est classé en fonction de catégories. La catégorie globale d'un câble patch est la catégorie la plus basse des trois composants (principe : « le plus faible l'emporte »).

### Le câble en cuivre

Si le câble Ethernet est un câble en cuivre, les fils individuels sont torsadés ou tressés en groupes de deux ou quatre. La torsade de quatre fils est également appelée « quarte ou quad ».

Les câbles Ethernet sont exploités à des fréquences plus élevées que les bus de terrain (jusqu'à 2 GHz) et nécessitent un blindage de meilleure qualité et une plus grande expertise d'installation (par ex. longueur de pose).

Pour éviter que les fils ne s'influencent mutuellement, des séparateurs transversaux en plastique sont utilisés dans des applications hautement flexibles, par exemple. Ils garantissent un espacement permanent entre les fils. Contrairement à la variabilité considérable des bus de terrain, l'impédance caractéristique d'un câble Ethernet à base de cuivre est toujours de 100 Ohm avec généralement une tolérance de  $\pm 15\%$ .

ETHERLINE® Cat.7 FLEX



### Le connecteur

En termes de connecteurs, le connecteur RJ45 est devenu la norme. En raison de sa conception, cependant, il ne convient pas aux catégories 7, 7A et 8.2 (les contacts sont très proches les uns des autres, ce qui peut provoquer des interférences mutuelles). Les valeurs limites pour la catégorie 8.1 ont été définies de manière délibérée afin que le RJ45 puisse les satisfaire. D'autres connecteurs, appelés « connecteurs à chambre », regroupent les paires de fils individuelles afin de minimiser les interférences, leur permettant ainsi de respecter les valeurs limites les plus rigoureuses des catégories 7, 7A et même 8.2. Des représentants typiques de ces derniers sont les connecteurs TERA et GG45, bien que ces derniers n'aient pas encore atteint un très haut niveau de pénétration du marché en raison de leur coût élevé et du manque de terminaux compatibles.

Tous les connecteurs mentionnés ci-dessus portent le code de protection IP20. Pour pouvoir utiliser Ethernet dans ce contexte, le connecteur M12 familier du module de bus de terrain a été adapté. En règle générale, les codes D et X sont utilisés pour quatre et huit fils.



RJ45



TERA



M12D



M12X

## Power over Ethernet (PoE)

Si un composant est alimenté en plus de la transmission de données, c'est ce qu'on appelle le PoE (Power over Ethernet). Le PoE peut essentiellement être réalisé de deux manières différentes : l'alimentation est transmise sur des paires de fils non utilisées ou sur des paires de fils en plus de celles déjà utilisées pour la transmission de données. Le tableau montre le développement du PoE. Il montre que la transmission en sortie a considérablement augmenté au fur et à mesure que la spécification progressait (15,4 watts → 25,5 watts → 51 watts). 4PPoE signifie que toutes les paires de fils sont utilisées

pour fournir l'alimentation. Afin de limiter au maximum la perte de puissance, les sections des câbles doivent être aussi grandes que possible. De plus, les contacts du connecteur doivent avoir une conception spéciale pour la protection contre l'arc électrique, qui peut se produire lorsque le câble est débranché alors qu'il est sous tension. Dans le cas contraire, l'arc électrique risque d'endommager les contacts au point que la transmission des données n'est plus assurée correctement.

Alimentation par Ethernet	Standard	Période	Sortie	Courant par paire
PoE	IEEE 802.3af	2003	15,4 W	350 mA
PoE+	IEEE 802.3at	2009	25,5 W	600 mA
4PPoE (ou « PPoE++ ») <sub>A</sub>	IEEE 802.3bt	2018	probablement 51 W (possiblement 71 W)	probablement 600 mA (possiblement 960 mA)

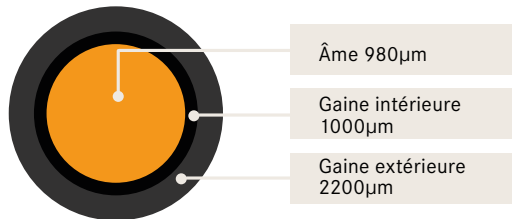
### 4.1.3 LA FIBRE OPTIQUE COMME MOYEN DE TRANSMISSION

En Ethernet, les câbles à fibres optiques sont la solution préférée pour couvrir de longues distances. En outre, les fibres optiques peuvent être utilisées en cas de problèmes de potentiel électrique et d'interférences électromagnétiques graves.

Pour utiliser les fibres optiques, il est nécessaire de comprendre les termes suivants.

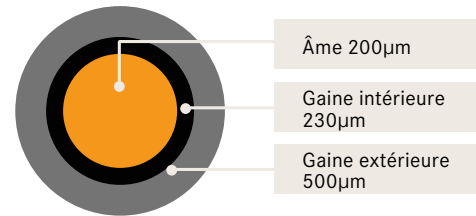
#### Fibre optique en polymère (POF)

POF signifie Polymer Optical Fiber (fibre optique en polymère). La fibre est relativement simple à traiter. Elle a cependant une forte atténuation et donc un faible débit de données et une faible portée.



#### Fibre gainée de polymère (PCF)

PCF signifie Polymer Cladded Fiber (fibre gainée de polymère), également appelée HCS (« fibre optique de silice à gaine dure »). Le traitement est moins simple que dans le cas de la POF mais reste possible à la main. La PCF a une atténuation moyenne et donc un meilleur débit de données et une meilleure portée que la POF.



#### Fibre optique en verre (GOF)

GOF signifie Glass Optical Fiber (fibre optique en verre). Le terme « fibre de verre » désigne généralement ce type de fibre. La GOF ne peut pas être traitée à la main, un robot d'épissage spécial est nécessaire. La GOF présente une atténuation très faible et donc un débit de données et une portée élevés.

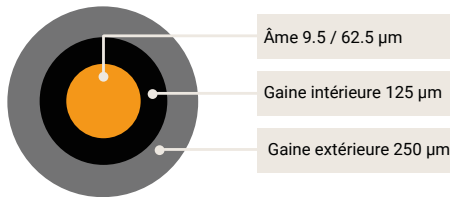
#### Fibres optiques monomode:

Ici, la lumière d'une longueur d'onde est transmise. Grâce à la faible atténuation, ce type de fibre optique convient aux longues distances. Le noyau de la fibre a un diamètre de 9µm dans ce cas, tandis que le diamètre de la gaine est de 125µm (notation : 9/125).

### Fibre optique multimode :

Ici, la lumière est transmise sur différentes longueurs d'onde. En raison de l'atténuation plus élevée, ce type de fibre optique convient mieux aux distances plus courtes et aux réseaux locaux. Le noyau de la fibre dans ce cas a un diamètre de  $50\mu\text{m}$  (ou  $62,5\mu\text{m}$ ) et la gaine a un diamètre de  $125\mu\text{m}$  (notation : 50/125 ou 62.5/125).

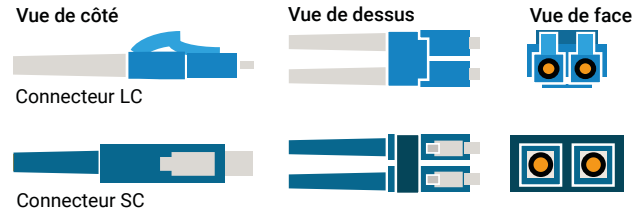
Comme pour les câbles en cuivre, il existe également des catégories définies pour les fibres optiques (définies dans ISO/CEI 11801-1). Ici, les propriétés de la GOF sont subdivisées dans les classes OM1 à OM5 pour le multimode, tandis que OS1 et OS2 s'appliquent au monomode. Comme pour les câbles à base de cuivre, un numéro plus élevé signifie des exigences plus strictes, ce qui indique que des débits de données et des distances plus élevés sont possibles.



### Connecteurs

Les lignes à fibres optiques utilisent un seul conducteur par sens de transmission (simplex). Pour cette raison, deux lignes sont combinées pour former une paire afin de pouvoir transmettre et recevoir des données (une ligne pour chaque direction -> duplex). En tant que tels, les connecteurs ont normalement la possibilité de combiner deux connecteurs individuels pour former une paire.

Le connecteur le plus commun est le connecteur LC (Lampert connector). En raison de sa petite taille, il a remplacé le connecteur SC (Subscriber connector).





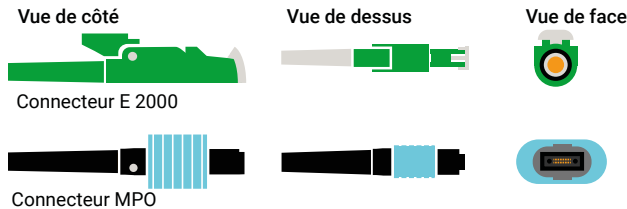
#### 4.1.4 L'AIR COMME MOYEN DE TRANSMISSION

La transmission des données via des câbles (tels que des câbles en cuivre ou des câbles à fibres optiques) n'est pas obligatoire : elles peuvent également être transmises par voie aérienne, par exemple via Bluetooth, LTE et WLAN.

##### Limitations de la transmission par voie aérienne

L'air est généralement accepté comme support partagé. Cela signifie que, de la même manière que le concentrateur mentionné au début de ce module, la transmission sans fil simultanée sans collision par plusieurs parties n'est pas possible. Une augmentation du nombre d'utilisateurs entraînera inévitablement une réduction de la capacité de transmission disponible pour chaque utilisateur. Afin d'éviter d'influencer d'autres types de transmission sans fil (tels que les radios militaires ou de police), des fréquences radio spécifiques ont été définies pour un usage civil. Les gammes de fréquences de 2,4 GHz et 5 GHz sont utilisées pour les réseaux locaux sans fil dans le monde entier. Des restrictions sont appliquées à ces plages de fréquences dans les différents groupes de pays (États-Unis, Japon et Europe). La transmission s'effectue via des canaux. Les normes les plus récentes permettent de regrouper plusieurs canaux afin d'obtenir des débits de données plus élevés.

Le connecteur E2000 possède une languette de déverrouillage et un capuchon de protection qui s'ouvre automatiquement lorsque le connecteur est branché. Il peut être utilisé à la fois en monomode et en multimode. Le connecteur MPO (multi-fibre push-on) regroupe jusqu'à 32 fibres et est principalement utilisé comme substitut aux câbles patch duplex ainsi que pour les applications où les lignes de fibres optiques sont regroupées.

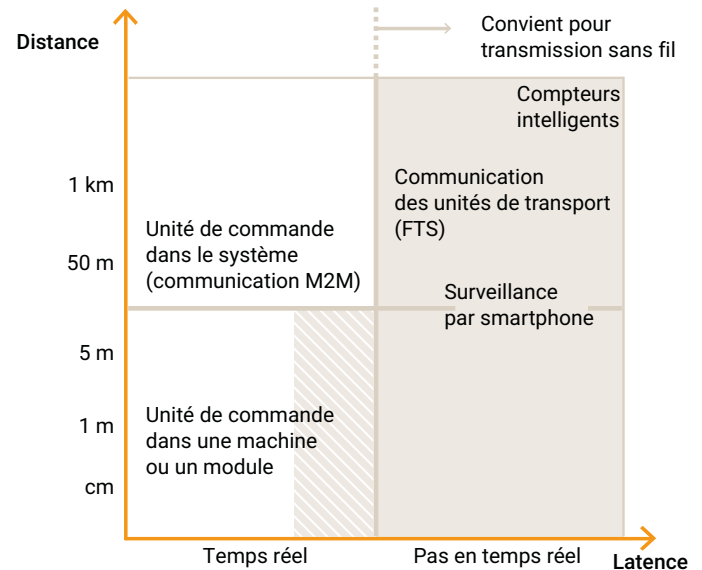


## Différences entre la communication par câble et sans fil

La communication sans fil offre des avantages lorsque la flexibilité et la mobilité sont importantes, par exemple dans les applications mobiles (Image : « Surveillance par smartphone » ou « FTS ») ou lorsque des capteurs sont utilisés dans des installations de grande surface, comme cela est courant dans l'industrie chimique (Image : « Comptage intelligent »).

Même dans le futur, la transmission de données sans fil ne remplacera pas entièrement les câbles. Lorsque des distances importantes, une transmission de données fiable, une efficacité énergétique et une capacité en temps réel sont requises, les technologies sans fil ne peuvent pas être comparées aux technologies basées sur le câble (Image : « Unité de contrôle dans la machine ou le module » ou « Communication M2M »). Les câbles sont généralement moins sujets aux interférences délibérées, et cela ne sera pas différent avec les nouvelles normes sans fil telles que 5G.

En bref, la transmission de données sans fil ne constitue pas une menace pour les systèmes à câble, mais complète ces derniers lorsque des exigences particulières s'appliquent.



### Normes Ethernet sans fil

Le groupe de travail IEEE 802, responsable de la norme Ethernet, a également approuvé la norme de réseau local sans fil (IEEE 802.11) presque en même temps que la norme 100BASE-T (partie de la norme IEEE 802.3). Un certain nombre de nouvelles normes de

réseau local sans fil ont depuis été créées grâce aux progrès technologiques. Le tableau ci-dessous montre une sélection des standards les plus importants.

Standard	Fréquences des canaux	Définition des canaux	Portée maximale	Vitesse de transmission maximale
802.11a	5 Ghz	1 canal (20 Mhz)	120 m (en extérieur)	54 Mbit/s
802.11g	2.4 Ghz	1 canal (20 Mhz)	140 m (en extérieur)	54 Mbit/s
802.11n	2.4 Ghz/5 Ghz	2 canaux (40 Mhz)	250 m (en extérieur)	600 Mbit/s
802.11ac	5 Ghz	8 canaux (160 Mhz)	35 m (en intérieur)	3,466 Mbit/s
802.11ad	60 Ghz	« 108 canaux » (2160 Mhz)	3,3 m (en intérieur)	6,757 Mbit/s

## 4.2 INTRODUCTION À L'ETHERNET INDUSTRIEL

### **Distinction entre l'Ethernet industriel et Ethernet standard/bureautique**

Les conditions remplies avec l'Ethernet Industriel sont différentes de celles applicables dans un environnement de bureau :

- **Environnement :**

Les composants du réseau (câble, fiche, interrupteurs) doivent avoir une classe de protection supérieure afin de résister à la poussière, aux projections d'eau, aux lubrifiants et aux acides. Une résistance accrue aux interférences électromagnétiques et une plage de température étendue sont également des aspects essentiels.

Les vibrations provoquées par les machines doivent également être prises en compte. Cela nécessite l'utilisation de câbles appropriés (par ex. résilience de la gaine) et des fiches robustes.

- **Exigences du réseau :**

Alors que la topologie en étoile s'établit principalement dans l'environnement de bureau, la topologie en ligne (chaînage de dispositifs) a tendance à être utilisée dans l'industrie. Afin de garantir un haut niveau de sécurité en cas de panne, les composants du réseau doivent être très fiables et des précautions doivent également être prises sur le réseau lui-même (fermetures en anneau, concepts de redondance). Étant donné que le réseau doit être déterministe et aussi sûr que possible, une communication « contrôlée » est requise dans le réseau. La plupart des systèmes Ethernet industriel ont été développés sur la base de FAST Ethernet (100 Mbit/s) avec une connectivité en duplex intégral (full duplex). Le duplex intégral est la capacité d'un composant à recevoir et à envoyer des messages simultanément.

## Catégories de technologies Ethernet industriel

Les différents systèmes Ethernet industriel peuvent être subdivisés en catégories en fonction de leur type de technologie. Le critère est la manière dont ils atteignent une capacité et un déterminisme en temps réel dans la communication Ethernet :

### 1. Communication IP standard

Dans ce cas, la communication IP se déroule comme dans une communication bureautique normale. Les composants sont adressés en utilisant leur adresse IP. Cela rend la communication au-delà des limites du réseau très simple, tout comme l'intégration dans les réseaux d'entreprise. L'inconvénient est qu'il n'est pas possible d'atteindre les propriétés classiques en temps réel connues de la zone bus de terrain. Ici, des latences moyennes de 100 ms sont possibles. Les représentants typiques sont EtherNet / IP et Modbus-TCP.




### 2. Communication Ethernet standard

Dans cette catégorie, la communication s'effectue directement à l'aide de messages Ethernet standard. Les composants sont adressés au moyen de leur adresse MAC. La communication simplifiée (pas d'information IP) signifie que la réponse temporelle est améliorée, avec une latence moyenne d'environ 10 ms. Comme aucune modification ne doit être apportée au matériel réseau, la communication IP et la communication Ethernet pure peuvent avoir lieu simultanément. Les représentants typiques incluent Profinet RT et Powerlink.

### 3. Communication Ethernet propriétaire

Cette catégorie utilise des parties de la norme Ethernet, mais avec des extensions logicielles et matérielles spécifiques au fabricant afin d'obtenir une réponse déterministe. Par exemple, un message Ethernet contient des informations spéciales pouvant être traitées par un composant matériel/réseau propriétaire (par ex. un composant esclave). La vitesse qui peut être atteinte de cette manière est inférieure à 1 ms et la réponse est déterministe. Les représentants incluent CC-Link IE, EtherCAT et Profinet IRT.

### 4.3 VUE D'ENSEMBLE DES SOLUTIONS ETHERNET INDUSTRIEL

	Ethernet/IP	CC-Link IE	EtherCAT
<b>Connecteur</b>	<p>Les connecteurs à utiliser sont des connecteurs RJ45 soit dans la version standard (IP20) ou une version encapsulée (IP67) ainsi que des connecteurs M12 codés D (IP67). Dans le cas des fibres optiques, ST, SC et LC sont utilisés.</p> <p style="text-align: center;"></p>	<p>Connecteurs RJ45 blindés.</p> <p style="text-align: center;"></p>	<p>Connecteurs disponible : RJ45, M8 D codés Il est recommandé d'utiliser des connecteurs codés M12 D, bien que d'autres soient possibles.</p> <p style="text-align: center;"></p>
<b>Moyen de transmission</b>	<p>Ethernet à fibre optique et à base de cuivre Ethernet Standard avec au moins 100 Mbit/s recommandé.</p>	<p>1 Gbit/s, à base de cuivre</p>	<p>Ethernet Standard avec au moins 100 Mbit/s</p>

## ProfiNET IO

Spécifie différents connecteurs pour la transmission de données. La classe de protection, est la caractéristique distinctive. Distinction entre «intérieur» et «extérieur». Connecteurs RJ45 (cuivre, IP20) et LC (optique, IP20) ainsi que connecteurs M12 codés en D et en X (cuivre, IP67).



Basé sur la norme Ethernet et utilise deux ou quatre paires de fils. Exigences précises en termes des câbles à utiliser, le blindage tressé et le blindage par paire, les diamètres extérieurs spécifiques et les deux blindages.

De grandes sections de fils (typiquement AWG22 avec deux paires et AWG23 avec quatre paires).

Trois types d'applications :

1. Installation permanente, pas de mouvement, gaine extérieure verte.
2. Flexible (câble patch typique), mouvements/vibrations occasionnels, gaine extérieure verte
3. Il s'agit d'applications spéciales telles que les câbles pour une utilisation très flexible (FD ou torsion) ainsi que les câbles. Pour une installation permanente avec une gaine extérieure noire.

	Ethernet/IP	CC-Link IE	EtherCAT
<b>Topologie</b>	Topologies en étoile et en arbre sont possibles.	Les topologies en ligne, en anneau et en étoile comme ainsi qu'une combinaison ligne/étoile.	Les topologies en étoile, en arbre, en anneau et en ligne sont possibles, ainsi que des combinaisons de celles-ci.
<b>Caractéristiques distinctives</b>	Utilise le Protocole industriel commun (CIP).	Composants réseau Ethernet standard switches, les appareils avec matériel propriétaire.  La communication s'appuie sur sur le principe maître/esclave.  Seul le composant possédant le jeton peut envoyer l'information.	Basé sur le principe maître/esclave. Le maître est basé sur un hardware Ethernet standard et une solution software. Les esclaves requièrent un hardware propriétaire.  Utilise les capacités Full duplex de l'Ethernet en ceci que le message est envoyé par le maître, puis lu, modifié ou agrandi et ensuite renvoyé par les composants.  Le dernier composant renvoie le message au maître.
<b>Développeur de système/ organisme</b>	Rockwell / ODVA	Mitsubishi Electric, CLPA	Beckhoff, ETG
<b>Catégorie</b>	1	3	3



## ProfiNET IO

Star (switch) et line (appareils de terrain avec switch 2 ports intégré) peuvent être combinés à des topologies arborescentes. Utilise l'adresse MAC combinée avec une adresse IP assignée et un nom symbolique. Mécanismes de redondance qui peuvent être utilisés en conjonction avec une structure en anneau.

Disponible en version Real Time (RT) et en version déterministe Isochronous Real Time (IRT). La version RT utilise Ethernet standard avec les options de priorisation. La communication se fait entre deux composants. L'IRT permet une procédure déterministe permettant la communication entre l'automate et les composants qui est synchronisé avec précision sur le 1µs le plus proche. Cette méthode permet de combiner des données dures en temps réel ou déterministes. Communication et communication IP standard. Commutateurs spéciaux requis.

Siemens, PNO

2 et 3

### 4.3.1 ETHERNET/IP

- À l'instar de DeviceNet, EtherNet/IP est entretenu par ODVA ou Rockwell. Les deux technologies de communication utilisent le protocole industriel commun (CIP). EtherNet/IP est un représentant de la catégorie de communication IP. Le standard Ethernet est recommandé avec au moins 100 Mbit/s.
- EtherNet/IP permet à la fois les lignes Ethernet en fibre optique et à base de cuivre pour la transmission de données, mais il n'y a pas d'autres restrictions.
- EtherNet/IP permet à la fois les lignes Ethernet en fibre optique et à base de cuivre pour la transmission de données, mais il n'y a pas d'autres restrictions.
- Les connecteurs à utiliser sont des connecteurs RJ45 (en version standard (IP20) ou en version encapsulée (IP67)) ainsi que des connecteurs M12 à codage D (IP67). Dans le cas de la fibre optique, les connecteurs ST, SC et LC sont utilisés.
- Les topologies en étoile et en arbre sont possibles.

### 4.3.2 CC-LINK IE

- CC-Link IE a été publié par Mitsubishi Electric en 2007 et a depuis été maintenu par la CC-Link Partner Association (ou en abrégé CLPA). Le supplément IE ici signifie Industrial Ethernet. CC-Link IE utilise des composants de réseau Ethernet standard (commutateurs), mais les périphériques eux-mêmes contiennent du matériel propriétaire. La communication est basée sur le principe maître/esclave comme dans le cas de la version bus de terrain. Les composants échangent des messages Ethernet de manière coordonnée, en utilisant la méthode du passage de jeton (similaire au passage du témoin dans une course de relais). Seul le composant détenant le jeton à un moment donné peut envoyer des informations. La vitesse de transmission a été fixée à 1 Gbit/s.
- CC-Link IE permet l'utilisation de lignes Ethernet en cuivre pour la transmission de données, mais il n'y a pas d'autres restrictions.
- Les connecteurs utilisés sont des connecteurs RJ45 blindés.
- Les topologies linéaires, annulaires et en étoile sont possibles, ainsi qu'une combinaison de ligne (bus) et d'étoile.

### 4.3.3 ETHERCAT

EtherCAT est l'abréviation d'Ethernet for Control Automation Technology et a été développé par Beckhoff. EtherCAT Technology Group (ETG en abrégé) maintient la solution Ethernet industriel.

EtherCAT suit le principe maître/esclave. Bien que le maître soit une solution logicielle basée uniquement sur un matériel Ethernet standard, un matériel propriétaire est utilisé dans l'esclave.

EtherCAT utilise la fonctionnalité duplex intégral d'Ethernet en ce sens que le maître envoie un message Ethernet sur sa « ligne de sortie », qui est ensuite lu, modifié ou étendu, puis transmis par les composants. Le dernier composant renvoie le message Ethernet au maître. L'utilisation de l'infrastructure EtherCAT pour Ethernet standard est détectée et gérée séparément au sein du protocole EtherCAT. Cela garantit qu'il n'y a pas de communication incontrôlée au sein d'un réseau EtherCAT qui pourrait le perturber.

- EtherCat permet l'utilisation de lignes Ethernet en cuivre et en fibre optique sans nécessiter de restrictions supplémentaires.
- En termes de connecteurs, des connecteurs RJ45, M8 à codage D et M12 à codage D sont recommandés, mais d'autres sont possibles.
- Les topologies en étoile, en arbre, en anneau et en ligne sont possibles, ainsi que des combinaisons de celles-ci. Si seuls des composants EtherCAT sont utilisés, aucun composant réseau supplémentaire, tel que des concentrateurs ou des commutateurs, n'est requis.

### 4.3.4 PROFINET IO

PROFINET IO a été développé à partir de 1999 par Siemens et est actuellement maintenu par PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (ou en abrégé PNO).

PROFINET IO est disponible dans une version temps réel (RT) et une version déterministe en temps réel isochrone (IRT).

La version RT utilise Ethernet standard avec les options de hiérarchisation. La communication s'effectue entre deux composants.

IRT active une procédure déterministe dans laquelle, comme avec un PLC, il définit les cycles de bus qui permettent la communication entre le PLC et les composants qui sont synchronisés précisément à 1 µs près. Cette méthode permet de combiner une communication en temps réel ou déterministe et une communication IP standard. Puisqu'il s'agit d'extensions propriétaires, des commutateurs spéciaux du fabricant sont nécessaires.

Dans PROFINET IO, l'adressage utilise l'adresse MAC combinée à une adresse IP et un nom symbolique. PROFINET propose également des mécanismes de redondance pouvant être utilisés conjointement avec une structure en anneau.

PROFINET prend en charge l'incorporation du réseau local sans fil (802.11) et du Bluetooth.

#### 4.3.4.1 ENVIRONNEMENT

PROFINET spécifie deux classes d'environnement qui affectent les propriétés des composants actifs (tels que les commutateurs et les routeurs) et les connecteurs :

- Classe « intérieur » dans les environnements protégés :  
Elle est basée sur la classe de protection IP20
- Classe « extérieur » pour les applications utilisées directement dans le champ :  
Elle est basée sur la classe de protection IP67

#### 4.3.4.2 CÂBLE

La ligne PROFINET est basée sur le standard Ethernet et utilise deux ou quatre paires de fils. Contrairement aux versions Ethernet industriel décrites ci-dessus, PROFINET impose des exigences très précises en termes de câbles à utiliser. De manière générale, ils doivent avoir une tresse de blindage et un blindage en feuille, des diamètres externes spécifiques et deux sections de fil relativement grandes (généralement AWG22 avec deux paires et AWG23 avec quatre paires). Afin de faciliter le choix des clients, PROFINET définit trois types d'application : ceux-ci décrivent les propriétés de la ligne et doivent être imprimés sur la gaine extérieure :

1. Installation permanente, pas de mouvement, gaine extérieure verte
2. Flexible (câble patch typique), mouvements/vibrations occasionnels, gaine extérieure verte
3. Cela inclut des applications spéciales telles que des câbles pour une utilisation très flexible (FD ou torsion) ainsi que des câbles pour une installation permanente avec une gaine extérieure noire (pour une utilisation en extérieur).

#### 4.3.4.3 CONNECTEUR

PROFINET spécifie différents connecteurs pour la transmission de données. La principale caractéristique distinctive peut être considérée comme la classe de protection du connecteur, à savoir la distinction entre « intérieur » et « extérieur ». Les connecteurs couramment disponibles sont utilisés : Connecteurs RJ45 (cuivre, IP20) et LC (optiques, IP20) ainsi que connecteurs M12 à codage D et X (cuivre, IP67). Aucun standard propriétaire n'a été établi.

#### 4.3.4.4 TOPOLOGIE

Les topologies en étoile (commutateur) et en ligne (dispositifs de terrain avec commutateur 2 ports intégré) aux topologies en arbre peuvent être combinées.

## 4.4 REGARD VERS LE FUTUR

L'initiative Industrie 4.0 existe depuis plus de cinq ans et a eu un impact durable sur le monde de l'automatisation. Les technologies de réseautage et d'automatisation ont un rôle clé à jouer ici. Comme nous le voyons maintenant, le bus de terrain classique est remplacé par des solutions Ethernet industriel. Voici trois exemples pour illustrer brièvement la direction dans laquelle les choses évoluent :

### Time Sensitive Networks TSN

Capacité en temps réel uniformisée et normalisée dans les réseaux Ethernet basés sur TSN : TSN signifie Time Sensitive Networks (réseaux sensibles au temps) : cela vise à connecter tous les niveaux de la pyramide du niveau champ au niveau ERP/MES au moyen d'une technologie de communication uniforme. En raison des variations entre les extensions en temps réel dans la norme Ethernet, les solutions Ethernet industriel existantes doivent être remplacées à l'avenir ou utilisées pour des applications spécialisées. La normalisation par l'IEEE n'est pas encore achevée (en mai 2018).



### SPE (Single Pair Ethernet)

Au départ, SPE a suscité un grand intérêt dans l'industrie automobile, notamment parce que ce nouveau développement Ethernet peut remplacer le réseau CAN existant sans ajouter de poids supplémentaire. Les standards 100BaseT1 et 1000 BaseT1 avec des portées allant jusqu'à 40 m ont été définies par l'IEEE pour une utilisation plus large. D'autres standards avec des vitesses encore plus élevées (5GBaseT1 et 10GBaseT1) sont en préparation. Une version PoE (Power over Data Line PoDL) a également été publiée pour SPE. SPE permettra une rationalisation significative des câbles et des connecteurs à l'avenir.

### Power over Ethernet (PoE++)

Après les standards PoE 802.3af et 802.3at, PoE++ ou 802.3bt est actuellement en cours de normalisation. L'objectif de ce nouveau standard est de permettre à un poste de travail complet (jusqu'à 100 watts) d'être fourni avec un seul câble LAN. Dans PoE++, toutes les paires de fils sont utilisées pour l'alimentation en même temps que la transmission de données.

Ce ne sont que quelques exemples : il existe de nombreuses autres innovations qui vous surprendront, par exemple celles qui émergent du domaine des technologies sans fil à venir. Vous pouvez être assuré que le groupe Lapp aura un rôle actif à jouer ici.



## 5. GLOSSAIRE

### **Actionneur**

Composant moteur et énergétique, par ex. moteur ou chauffage avec une variable en entrée

### **ARPANET**

Réseau d'agences de projets de recherche avancée. Développé pour l'US Air Force à la fin des années 1960. Le précurseur de ce qui est maintenant l'Internet.

### **AS-I**

Interface actionneur-capteur. Bus de communication.

### **Automatisation des processus**

Automatisation des opérations liées au procédé et aux réactions chimiques

### **Automatisation de la production**

Automatisation de la production lorsque la production nécessite de nombreux processus de fabrication et d'assemblage

### **Bus de terrain**

Un bus de terrain est défini comme un système de bus qui relie des capteurs et des actionneurs à un contrôleur/API dans le but d'échanger des informations.

### **CAN**

Controller Area Network (réseau de contrôleurs)

### **Capacité en temps réel**

La capacité en temps réel est une exigence propre à l'application quant au temps que peut prendre la transmission de l'information. Si le temps de transmission maximal ne peut pas être respecté, le système n'a pas de capacité en temps réel.

### **Capteur**

Dispositif de mesure capable de transformer des grandeurs physiques en signaux électriques.

### **CC-Link**

Lien de contrôle et de communication

### **CIP**

Common Industrial Protocol - Protocole Industriel Commun  
Communication network / Réseau de communication  
Relie les composants d'automatisation les uns aux autres pour échanger des informations.

### **Contrôle de liaison**

Liaison logique des signaux d'entrée (par ex. et/ou liaison)

### **Contrôle des séquences**

Un système de contrôle qui fonctionne par une séquence d'étapes.

### **Controlleur**

Le contrôleur se compose d'une chaîne de commande ouverte sans rétroaction.

**DCS**

Distributed Control System - Système de contrôle distribué

**Decentralized I/O station / Station d'E/S décentralisée**

Cette station n'échange que des données binaires individuelles avec le maître. Convient pour le raccordement d'interrupteurs simples / d'une barrière photoélectrique, etc...

**Déterministe**

Un système de communication est déterministe si la durée et la séquence temporelle de la transmission de l'information peuvent être prédites avec précision.

**DIN 61508**

Norme internationale pour l'élaboration de systèmes électriques, électroniques et électroniques programmables assurant une fonction de sécurité

**DIN 66025**

Standard pour les programmes de commande CNC

**DIN EN 61512**

Standard pour la commande de processus de fabrication par lots

**ERP**

Enterprise Resource Planning - Planning des ressources de l'entreprise

**Fibres optiques**

La fibre optique (FO) permet la transmission de lumière de longueurs d'onde différentes ; les câbles sont en fibre de verre ou en fibre synthétique. Une distinction est faite entre le mode mono/unimode et le mode multimodal. La fibre optique monomode ne transmet la lumière que d'une longueur d'onde. La fibre optique permet des bandes passantes beaucoup plus élevées que le cuivre et est également moins sensible aux interférences CEM.

**Fibre optique monomode**

Ici la lumière d'une seule longueur d'onde est transmise. En raison de sa faible atténuation, ce type de fibre optique est adapté aux longues distances. L'âme en fibre a un diamètre de  $9\mu\text{m}$  dans ce cas, et le diamètre de la gaine est de  $125\mu\text{m}$  (notation : 9/125).

**Fibre optique multimode**

Ici, la lumière est transmise sur différentes longueurs d'onde, ce qui permet d'atteindre des vitesses plus élevées par rapport au mode simple. En raison de l'atténuation plus élevée, ce type de fibre optique est plus approprié pour les distances plus courtes et les réseaux locaux. Dans ce cas, l'âme en fibre a un diamètre de 50 et la gaine a un diamètre de 125 (notation : 50/125).

**Field Level**

Niveau d'une installation de production où se trouvent tous les capteurs et vérins.

## **Fonction**

Un processus qui crée des valeurs de sortie à partir des valeurs d'entrée.

## **GOF**

GOF signifie Glass Optical Fiber (fibre optique de verre). Le terme "fibre de verre" désigne généralement ce type de fibre. La GOF ne peut pas être traitée à la main - un robot d'épissage spécial est nécessaire. La GOF a une très faible atténuation et donc une portée et une plage de données élevées.

## **IEC 61131**

Norme pour les principes de base des automates programmables ; IEC 61131-3 décrit les modèles de programmation.

## **IEC 61158**

Standard contenant la description technologique de 18 bus de terrain différents

## **Impédance caractéristique**

L'impédance caractéristique, synonyme d'impédance d'onde, est une propriété d'un câble qui est importante en termes de transport de l'information. Elle est indépendante de la longueur du câble mais dépend de la fréquence du signal.

## **Indice de protection IP**

Protection contre l'infiltration. Classe le niveau de protection contre l'infiltration de particules solides et d'eau.

## **IP**

L'abréviation de Internet Protocole. L'adresse définie dans ce protocole est fréquemment utilisée pour adresser les périphériques. Les formulaires les plus courants sont la version 4 (exemple : 192.168.0.1) et plus récemment la version 6 (exemple : 2001:0DB8:0000:0000:0001:0000:0010:01FF)

## **LC**

Abréviation de Lucent (ou Little) Connector. Le connecteur a une conception qui permet un facteur de forme très petit, environ deux fois moindre qu'un connecteur SC.

## **MAC**

Abréviation pour Media Access Control - Contrôle d'accès aux médias

## **Mécanisme d'écoute**

Etant donné qu'Ethernet implique que tous les composants d'un réseau communiquent sur un pied d'égalité sans qu'il n'y ait de coordination, il est nécessaire de mettre en place des mécanismes permettant d'éviter que les échanges de messages ne soient interrompus inutilement. Le mécanisme d'écoute d'un composant le fait déjà, ce qui, autrement, causerait des interférences.

## **MES**

Manufacturing Execution System - Système d'exécution de la fabrication



**Méthode de passage de jeton**

La méthode de passage de jeton est utilisée dans les réseaux de communication afin de définir une communication coordonnée entre les composants. Un jeton est transmis d'un composant à l'autre. Seul le composant contenant le jeton peut envoyer des messages à d'autres composants. L'ordre dans lequel le jeton est transmis d'un composant à l'autre doit être défini à l'avance.

**Modèle entrées-sorties**

Décrit le lien entre l'entrée, la fonction (traitement de l'information) et la sortie créée à partir de celle-ci.

**NC**

Numerical Control - Commande numérique

**Niveau de contrôle**

Niveau d'une installation de production où se trouvent tous les ordinateurs de contrôle.

**Ordinateur de contrôle**

Ordinateur qui contrôle un processus.

**PAC**

Programmable Automation Controller -  
Contrôleur d'automatisation programmable

**Paire torsadée**

Une paire torsadée désigne généralement deux fils de cuivre torsadés ensemble pour former une paire. Une paire torsadée présente des avantages électromagnétiques par rapport à deux fils individuels.

**PCF**

PCF signifie Polymer Cladded Fiber, aussi connu sous le nom de HCS ("hardclad silica optical fiber"). Le traitement est moins simple que dans le cas de la POF, mais toujours possible à la main. Le PCF a une atténuation moyenne et donc une meilleure plage de données et de portée que le POF.

**PCS**

Process Control System - Système de contrôle de processus

**PE**

Polyéthylène

**Période de latence**

Délai entre la transmission d'une information et le moment où elle devient disponible pour être utilisée par le destinataire.

**PFTE**

Polytétrafluoréthylène, nom commercial : Téflon

**PLC**

Programmable Logic Controller -  
Contrôleur à logique programmable

**POF**

POF signifie Polymer Optical Fiber (fibre optique polymère). La fibre est relativement simple à traiter. Il a cependant une atténuation élevée, et donc un faible débit de données et une faible portée.

**PP**

Polypropylène

**Profibus DP**

PROcess field BUS Decentralized Periphery

**Profibus PA**

PROcess field BUS Process Automation

**Profinet RT et Profinet IR**

Profinet RT (temps réel) et Profinet IRT (Isochronous real time) sont deux versions techniques différentes de PROFINET IO qui répondent à des exigences différentes en matière de communication entre composants. Alors que PROFINET RT est prioritaire pour les messages Ethernet standard mais ne définit pas d'intervalles de temps précis pour la transmission, PROFINET IRT permet une transmission de données synchronisée basée sur des temps de cycle fixes, répondant ainsi aux exigences du temps réel.

**PUR**

Polyuréthane

**PVC**

Polychlorure de vinyle

**Pyramide d'automatisation**

Structuration logique d'une entreprise manufacturière en termes de mise en réseau et de flux d'informations

**Rayonnement UV**

Rayonnement ultraviolet

**Redondance**

Dans ce contexte, la redondance signifie que plus d'un composant est disponible, de sorte qu'en cas de défaillance ou d'interruption, le fonctionnement du composant défectueux est assuré.

**Régulateur**

Le régulateur est constitué d'un cycle de régulation fermé avec rétroaction directe.

**Retard au déclenchement**

Fonction à durée réglable qui retarde la désactivation d'un signal

**SC**

Abréviation de Subscriber Connector – adapté aux fibres optiques

**Signal analogique**

Peut prendre n'importe quel niveau de signal à l'intérieur d'une plage de tension.

**Signal d'entrée**

Entrée d'un système de commande