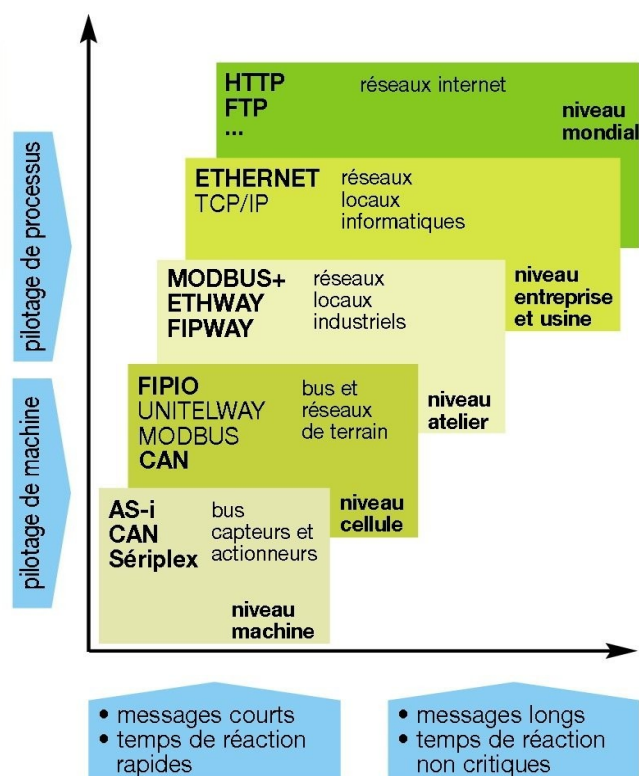


## Table des matières

Définition.....	2
Besoins.....	2
Objectifs.....	3
Caractéristiques principales.....	3
Classification.....	3
Avantages et inconvénients.....	5
Synthèse.....	6
Les bus de terrain hors ateliers.....	7
La normalisation.....	7
Etat de la normalisation.....	8
Annexe 1: architecture vue par des professionnels (BTS IRIS).....	9



## Définition

Terme générique d'un nouveau réseau de communication numérique dédié

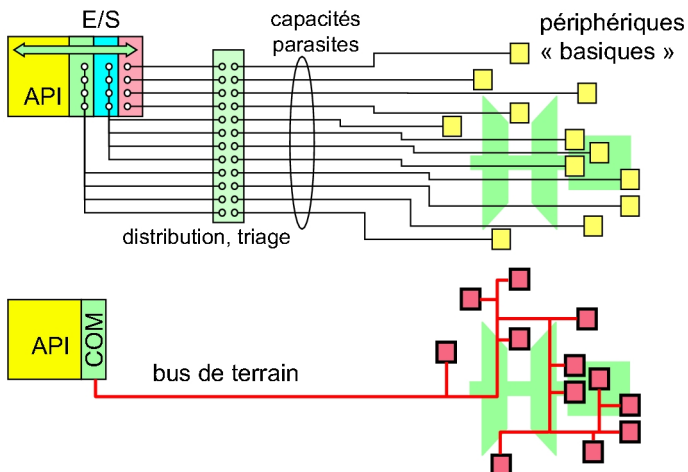
Réseau **bidirectionnel, sériel, multibranche** (*multidrop*), reliant différents types d'équipements :

- E/S déportées, Capteur / Actionneur
- Automate programmable (API), CNC
- Calculateur, PC Industriel

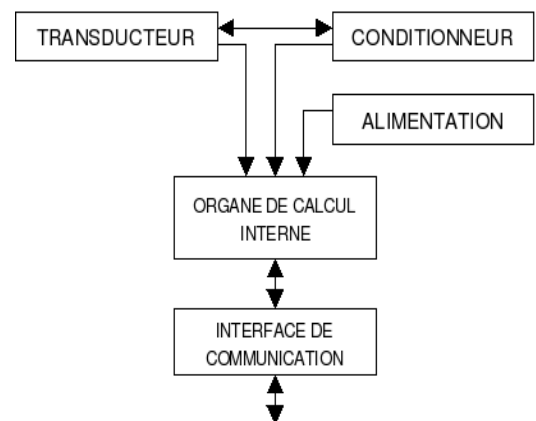
Bus : au sens informatique industrielle, conducteur ou ensemble de conducteurs communs à plusieurs circuits permettant l'échange de données entre eux (liaison point à point, multipoint)

## Besoins

But initial : remplacement des boucles analogiques de courant 4 - 20 mA



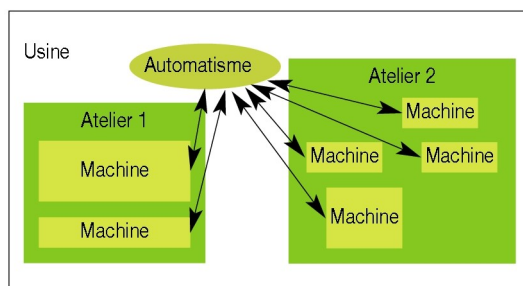
Le capteur est le « maillon faible » de la chaîne. On se dirige alors vers des capteurs « intelligents » (précision, auto-configuration, validation, auto-diagnostic, communication série bidirectionnelle)



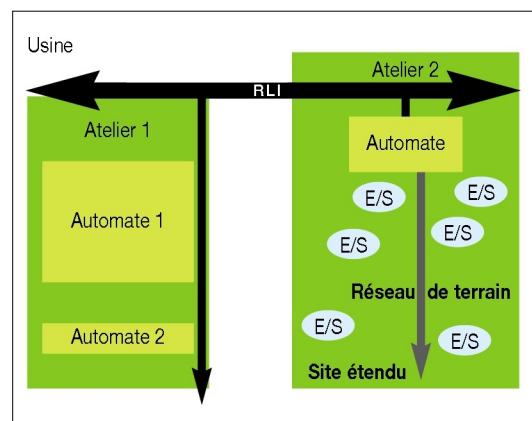
Exemple: sur une Peugeot, on a réduit le faisceau de 200 fils à 5 fils !

Mais aussi :

- ◆ Distribution (décentralisation) du contrôle, du traitement des alarmes, diagnostics des différents équipements de terrain
- ◆ Intelligence déportée au niveau des équipements
- ◆ Interopérabilité (système ouvert ?)



Les automatismes centralisés.



La décentralisation des E/S et de la périphérie d'automatisme.

## Objectifs

Les réseaux de terrain ou bus de terrain permettent :

- la connexion de plusieurs entités d'un même système sur un même support de communication dans une zone géographique limitée (usine, atelier, automobile, électronique embarquée...)
- le transport fiable de données sous une forme numérique d'un équipement vers un autre.
- l'ajout ou la suppression d'éléments au sein d'un même système (réduction ou extension du réseau)
- le respect de contraintes (temps réel)

## Caractéristiques principales

- Sûreté de fonctionnement: perte ou détérioration d'informations (détection des erreurs), pannes d'équipements (détection et recouvrement des pannes)
- Disponibilité et prix des équipements
- Capacité d'interconnexion à des équipements hétérogènes
- Réseaux de faible taille (faible répartition géographique des équipements)
- Quantité relativement faible de données (notion d'évènement, variables processus, ...)
- Contraintes de temps (notion de temps réel, déterminisme, ...)
- Nombre d'équipements connectables
- Contraintes liées à l'environnement (température, vibrations, etc)

## Classification

Généralement, on regroupe sous le terme «**bus de terrain**» tous les bus de communication industriels. On distingue néanmoins par complexité décroissante :

- le **bus d'usine** («*data bus*») : **réseau local industriel (RLI)** permet la communication entre l'automatisme et le monde informatique, basé sur Ethernet de type MAP (*Manufacturing Automation Protocol*) ou TOP (*Technical and Office Protocol*)
- le **bus de terrain** («*field bus*» et «*device bus*») : interconnexion des unités de traitement et des périphériques
- le **bus de bas niveau** («*sensor bus*») : **bus capteur/actionneur**

La **pyramide du CIM** (*Computer Integrated Manufacturing*) est une méthode largement généralisée qui représente 4 niveaux auxquels correspondent des niveaux de décision. Plus on s'élève dans la pyramide du CIM, plus le niveau de décision est important et plus la visibilité est globale. Un niveau supérieur décide ce qu'un niveau inférieur exécute.

On distingue généralement les niveaux suivants :

- au niveau 3 : la gestion des produits et des stocks, la gestion des approvisionnements, la gestion des clients, des commandes et de la facturation (gérés par les ERP (enterprise resources planning))
- au niveau 2 : la localisation des produits en stocks, les mouvements physiques et la gestion des lots (géré par le système de gestion d'entrepôt)
- au niveau 1 : les automatismes
- au niveau 0 : les capteurs et actionneurs

Ainsi à chaque niveau, correspond un bus ou un réseau adapté aux besoins:

### Réseaux locaux industriels (*data bus*):

communication entre l'automatisme et le monde informatique

- ✓ Quantités importantes d'information (messages, fichiers)
- ✓ Temps de réaction de 1 s à 10 s (temps non critique)
- ✓ Longue distance

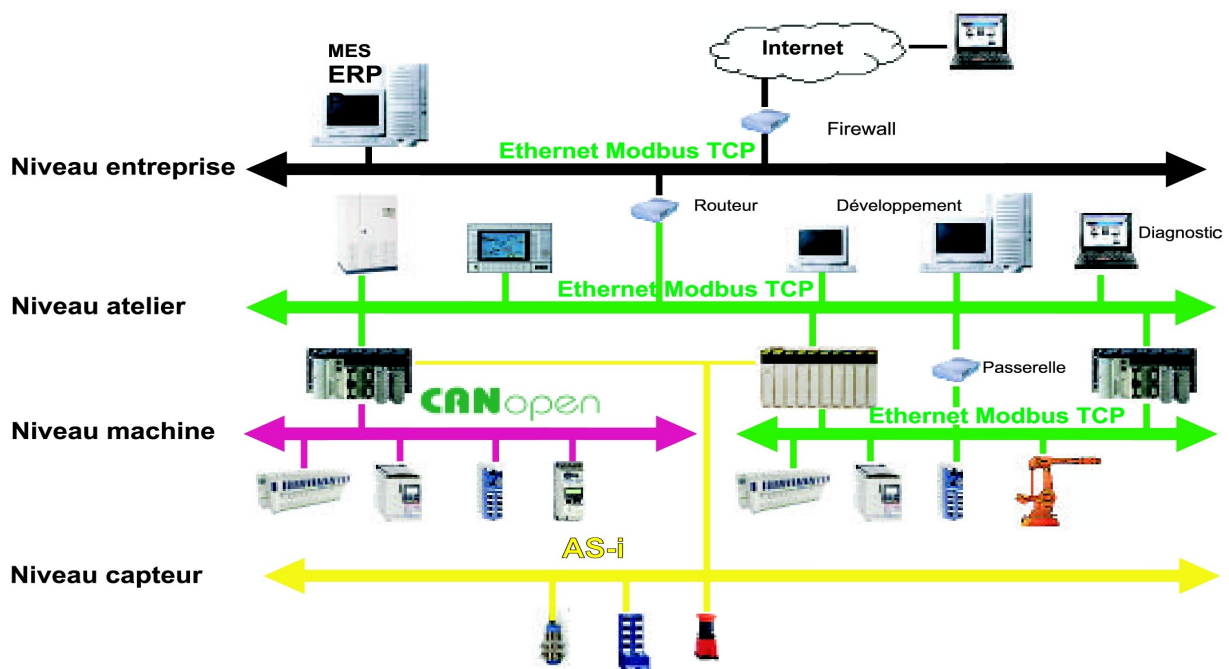
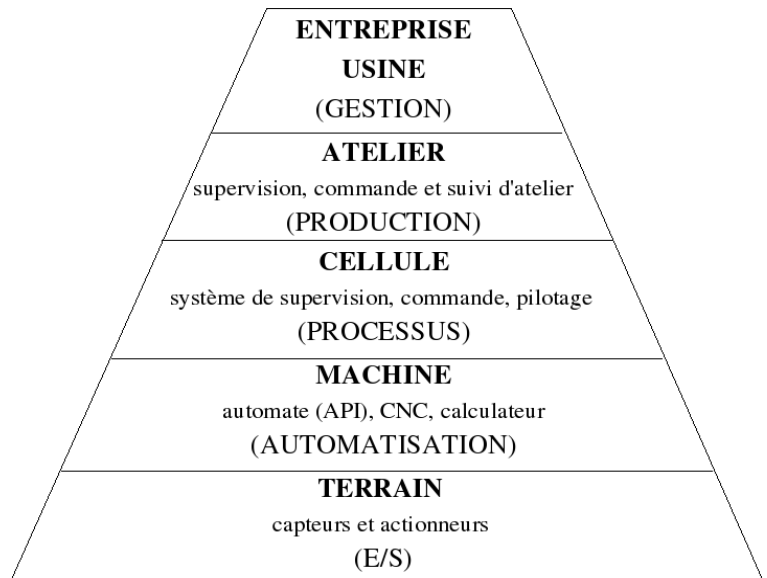
**Bus de terrain: (*field bus*)** réseaux entre unités de traitement (automates

programmables, superviseurs, commandes numériques ...), (*device bus*) bus et réseaux pour la périphérie d'automatisme (variateurs, robots, axes ...) permet la communication d'unités de traitement pour la coordination des automatismes distribués

- ✓ Quantité relativement faible de données < 256 octets
- ✓ Temps de réaction < 100 ms (notion d'événements temps réel)
- ✓ Distance < 1 km

**Bus capteur/actionneur (*sensor bus*):** interface avec les capteurs/actionneurs, relie entre eux des noeuds à intelligence limitée ou nulle

- ✓ Niveau bits
- ✓ Temps de réaction < 10 ms (contrainte temps réel) = déterminisme
- ✓ Distance < 100 m



Les niveaux de communication retenus par Schneider Electric

## Avantages et inconvénients

Les **avantages** des bus de terrain sont :

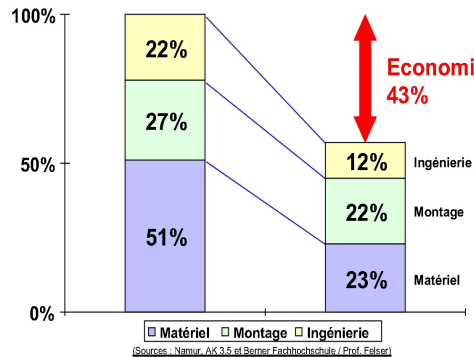
- **câblage simplifié**  
réduction des frais d'installation  
conception, installation et mise en service plus rapides
- **maintenance simplifiée et plus efficace**  
accès aux informations d'état des périphériques  
détection facilitée des défauts  
réparations plus rapides
- **performances plus élevées**  
facilite la décentralisation de la commande  
données des périphériques accessibles partout
- **modularité**  
machines plus modulaires, plus vite assemblées  
flexibilité d'extension et de modifications des machines  
connexions « à chaud » (hot-plug)

Les **inconvénients** des bus de terrain sont :

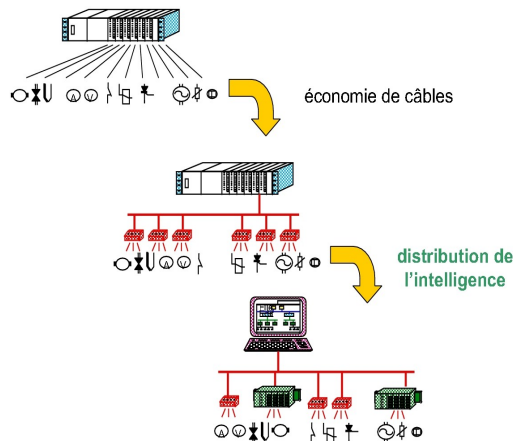
- **technologie plus complexe**  
l'accès au bus requiert des périphériques plus sophistiqués (logique programmée ou  $\mu P$ )  
gestion des limites de performance
- **coûts logistiques supplémentaires**  
outils spécialisés plus coûteux et plus complexes
- **manque de compatibilité et de normalisation**  
CEI : 8 bus incompatibles (bientôt 19) dans une norme  
chaque fournisseur de composants ne couvre qu'un choix restreint de bus de terrain

## Synthèse

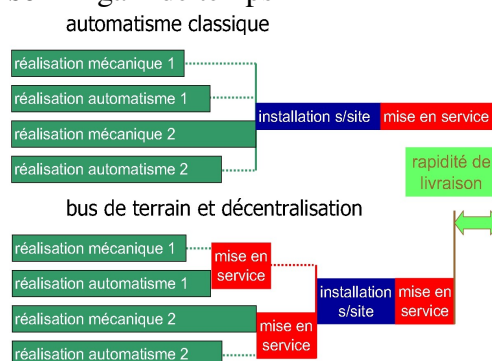
**Avantage n° 1: les coûts** ⇒ économiser sur les câbles et leur installation



**Avantage n° 2: la décentralisation** ⇒ distribution de l'intelligence



**Avantage n° 3: les délais de livraison** ⇒ gain de temps



**Avantage n° 4: l'accès Internet** ⇒ télémaintenance, télédiagnostic, ...

Performances globales accrues, précision de la communication numérique, les informations sont disponibles pour tous les équipements, le dialogue entre 2 équipements est directe, la structure distribuée permet un éclatement en plusieurs tâches, interopérabilité (connexion d'équipements hétérogènes)

## Les bus de terrain hors ateliers

- ♦ **bâtiments, domotique:** supervision de l'éclairage, du chauffage, des ascenseurs, de la sécurité d'accès et incendie, ...
  - **flexibilité et simplicité**
- ♦ **distribution électrique:** télécommande, délestage sur incident, gestion des réseaux, synchronisation des équipements ...
  - **accès à un grand nombre de variables, possibilité de dater les paquets d'informations**
- ♦ **infrastructures (autoroutes, tunnels, ...):** gestion et surveillance de la ventilation, de l'éclairage, de la signalisation, de la vidéosurveillance, ...
  - **grandes distances, rapidité des réparations**
- ♦ **embarqué (voiture, avion, bateau, machines agricoles, ...):** aide au pilotage, gestion de la sécurité, confort, ...
  - **contrainte temps réel dur, réduction du poids**

## La normalisation

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

1960 : Apparition du standard boucle analogique 4-20 mA

1970 : Processeurs - contrôle centralisé (premiers RLI)

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

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

1990 : développement de solutions propriétaires

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

- couche physique : septembre 1992
- couches liaison et application : prévues fin 1998 mais ...

2000 : échec de la normalisation

**Constat :** plus de 10 ans de normalisation (l'idée de base était d'avoir un standard avant la sortie de produits commerciaux mais *lobbying* actif de groupes d'intérêt et donc échec de la normalisation niveau liaison fin 1998). L'absence d'un standard a entraîné l'apparition de solutions propriétaires devenues standards de fait (dû à une attente trop longue)

*Remarque:*

Il existerait 2000 bus de terrain différents.

On distingue actuellement deux types de bus/réseaux de terrains :

- **standards de fait** : Interbus-S, ASI, Lonworks (capteur/actionneur)
- **standards internationaux** :
  - **WorldFIP** (France, Italie) (NFC 46-600): Honeywell, Cegelec, Télémécanique, EDF ...
  - **PROFIBUS** (PROcess Field BUS, Allemagne) (DIN 19245) intégré à ISP (Interoperable System Project, USA) : Siemens, Fisher Controls (USA) ...

**Comité FIELDBUS** (IEC / ISA SP50) : définition du standard international de bus de terrain basé sur le modèle en 7 couches des systèmes ouverts (OSI) de l'ISO

*Exemple:* niveau physique norme «ISA S50.02 part 2» sept 92 ⇒ débits normalisés 31,25 kb/s, 1Mb/s, 2 Mb/s

## Etat de la normalisation

Couche concernée	Référence	Commentaire
Présentation générale	IEC 61158-1	En préparation
Couche physique 1	IEC 61158-2	Publié en 1993 FF, WorldFIP, PROFIBUS PA conformes
Couche liaison 2	IEC 61158-3 IEC 61158-4	Ces 4 normes viennent d'être publiées et se déclinent en 8 types : Type 1 : TS Type 2 : controlNet Type 3 : PROFIBUS Type 4 : P-Net Type 5 : FF-HSE Type 6 : SwiftNet Type 7 : WorldFIP Type 8 : Interbus S
Services Protocoles		
Couche application 7	IEC 61158-5 IEC 61158-6	Type 3 : PROFIBUS Type 4 : P-Net Type 5 : FF-HSE Type 6 : SwiftNet Type 7 : WorldFIP Type 8 : Interbus S
Services Protocoles		
System management	IEC 61158-7	En préparation
Tests de conformité	IEC 61158-8	En stand by

Décollage spectaculaire du nombre de bus / réseaux de terrain  
 1995 : 100000 bus / réseaux (France, Allemagne, Italie, GB)  
 2000 : multiplié par 7, + 100000 par an

**Actuel/Futur: TOUT ETHERNET ?**

*Avantages:* bien adapté au niveau transfert de fichiers, une seule technologie, TCP/IP

*Inconvénients:* problème de fréquences, distances trop courtes, peu efficace au niveau trame et très difficile à adapter pour du temps critique.

Norme internationale	Bus concernés
IEC 62026	AS-i DeviceNet SDS LON (en cours)
IEC 61158	ControlNet PROFIBUS FF-HSE WorldFIP Interbus
EN 50295	As-i
EN 50170	PROFIBUS WorldFIP FF-H1 ControlNet (en cours)
EN 50254	PROFIBUS-DP WorldFIP Interbus
EN 50325	DeviceNet SDS CANopen (en cours)



## Annexe 1: architecture vue par des professionnels (BTS IRIS)

