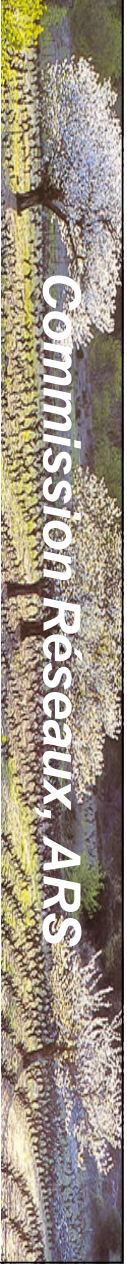




3^{ème} COLLOQUE
PÉDAGOGIQUE
NATIONAL
MONTPELLIER 2006



Commission Réseaux, ARS

Colloque Pédagogique IUT GEII 2006

Réseaux de Terrain :

Concepts, Etat du Marché, Normes

Eddy BAJIC

IUT Nancy Brabois

eddy.bajic@iutnb.uhp-nancy.fr



3^{ème} COLLOQUE
PÉDAGOGIQUE
NATIONAL
MONTPELLIER 2006



Sommaire

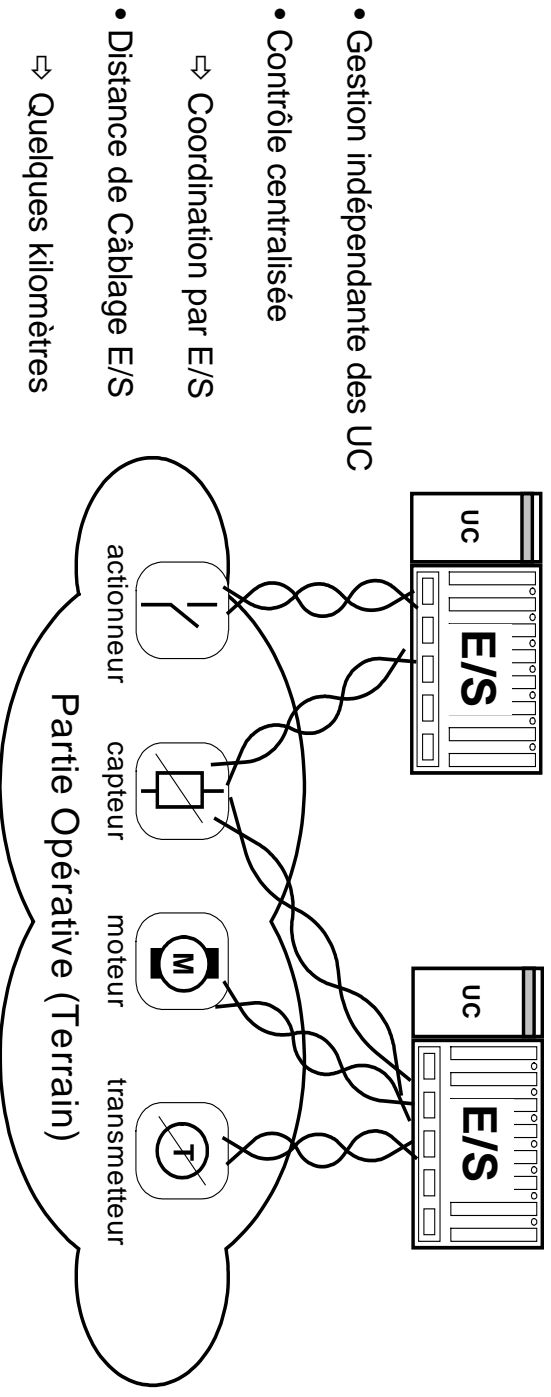
Réseaux de Terrain :

Concepts, Etat du Marché, Normes

- Evolution des Automatismes
- Comparatif Câblage classique / Réseau
- Réseaux de Terrain et Modèle OSI
- Pyramide CIM et Classification des Réseaux de Terrain
- Marché des Réseaux de Terrain
- Normalisation
- Problématiques Pédagogiques

Evolution des Structures de Contrôle / Commande des Automatismes Programmés

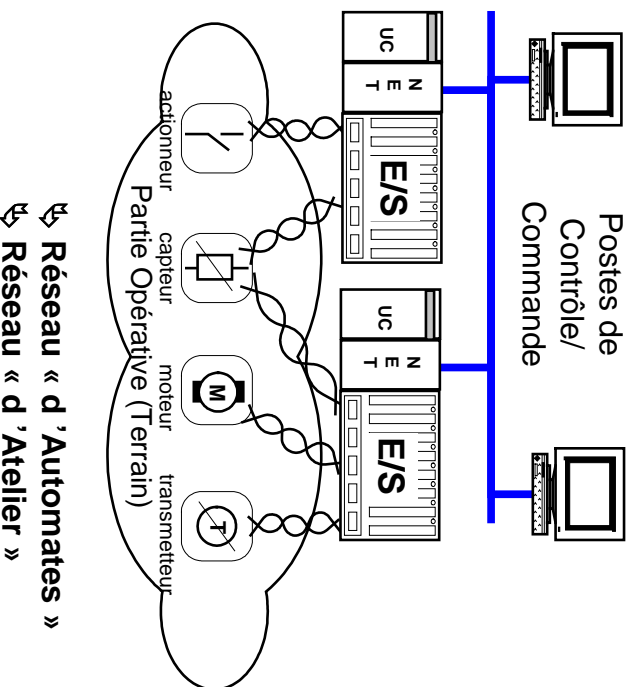
< 1980 Automatismes Indépendants



Evolution des Structures de Contrôle / Commande des Automatismes Programmés

1985 Automatismes en Réseau

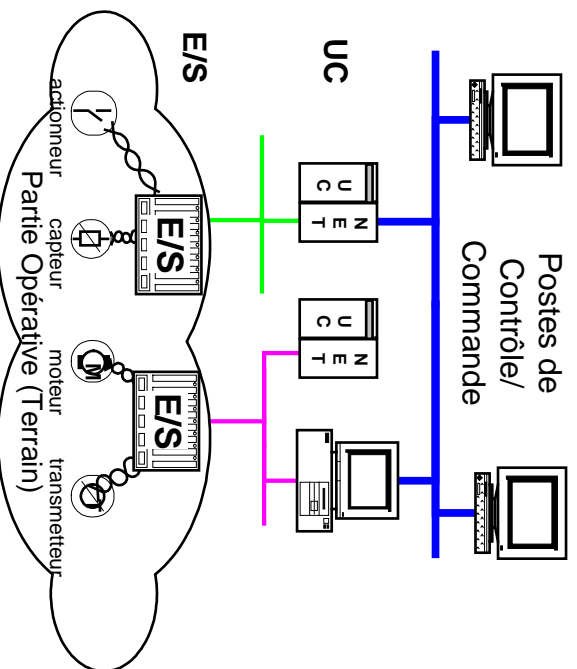
- Gestion Coordonnée des UC
- Contrôle Distribué
 - ⇒ Partie Commande Répartie
- Distance de Câblage E/S
 - ⇒ Quelques dizaines de mètres



Evolution des Structures de Contrôle / Commande des Automatismes Programmés

1993 Automatismes Hiérarchisés

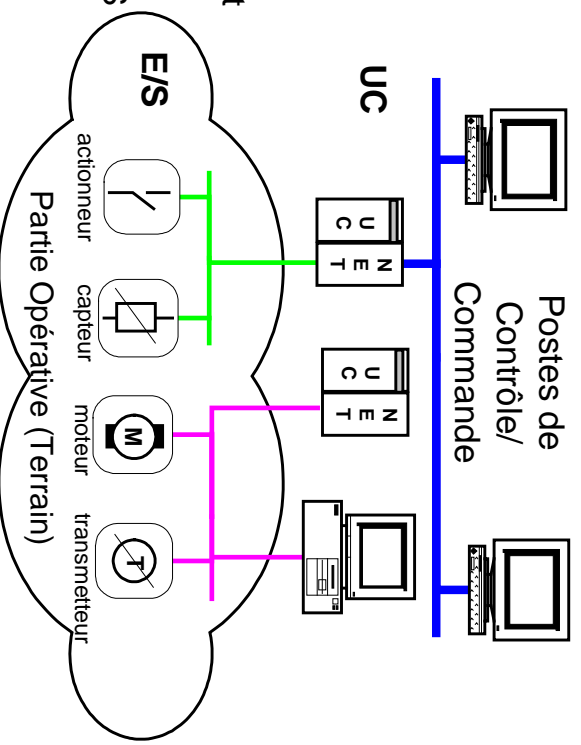
- Gestion Coordonnée des UC
- Contrôle Distribué
 - ⇒ Partie Commande Répartie
- Distance de Câblage E/S
 - ⇒ quelques mètres



↳ Réseau d'Entrées / Sorties Déportées

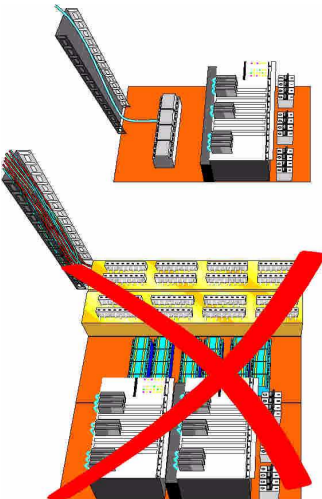
1996 Automatismes Répartis et Distribués en réseau

- Gestion Hiérarchisée de la commande
- Contrôle Distribué
 - ⇒ Partie Commande Répartie
- Les Capteurs Actionneurs sont directement sur le Réseau
 - ⇒ Distance de Câblage analogique E/S
 - ⇒ 0

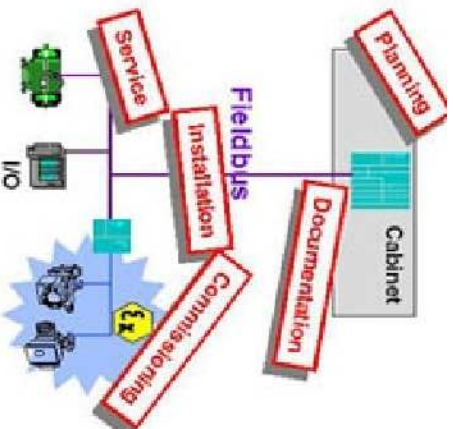
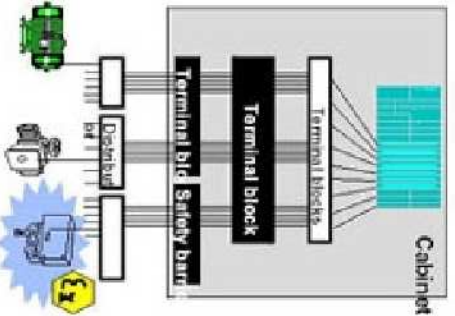


↳ Réseau de Capteurs Actionneurs

Du câblage Analogique au Numérique



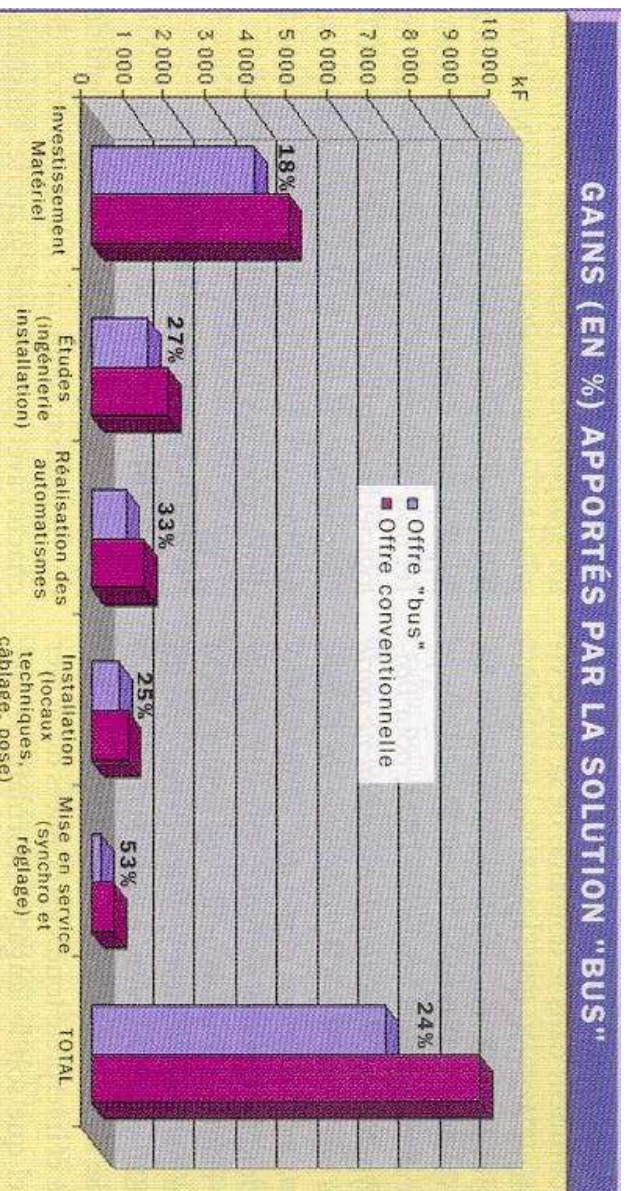
- Réduction du câblage
- Distribution de la commande sur le réseau
- Connexion des Capteurs Actionneurs au plus près du Réseau
- Communication numérique / communication analogique



Comparatif Câblage Classique / Réseau

L'impact économique principal de l'utilisation de réseaux de terrain se situe, de façon consensuelle, au niveau :

- du **câblage** des équipements et des entrées/sorties
- de la rapidité de **mise en service** de l'installation.



Etude réalisée par Fisher-Rosemount, publiée dans Mesure Avril 2001, rapporte une évaluation des coûts d'automatisation pour un grand groupe industriel chimique. Deux approches ont été évaluées et comparées :

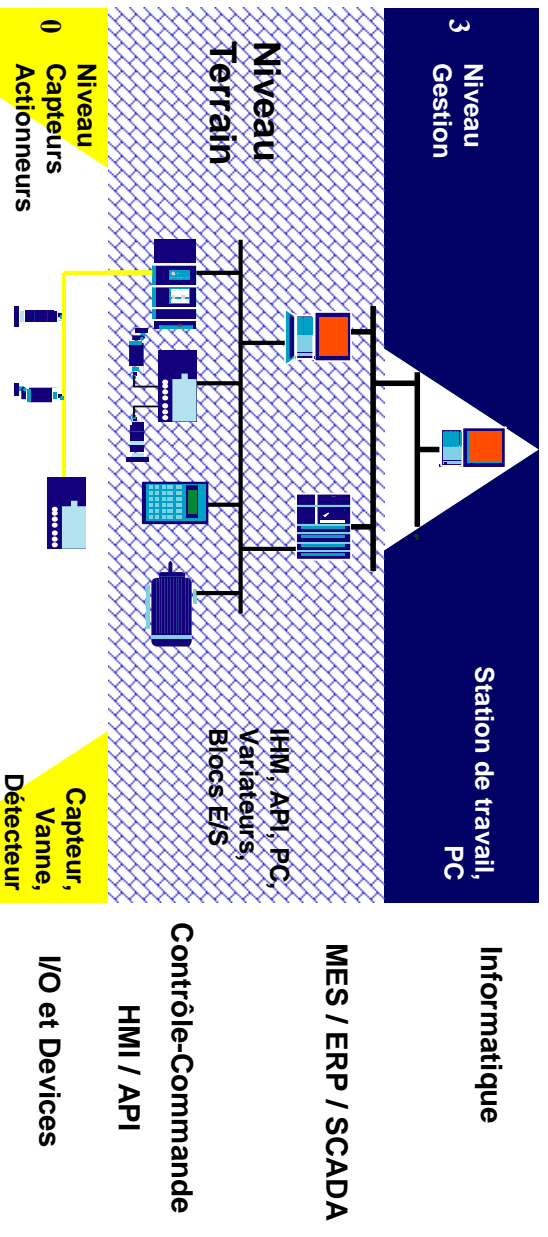
- l'une correspondant à une solution dite "**conventionnelle**" : câblage 4-20 mA, protocole HART, E/S TOR
- l'autre correspondant à une solution **bus de terrain** Fieldbus Foundation FF-H1 à 31,25 KBps

Evolution de la Pyramide CIM

Modèle d'architecture de communication dans une entreprise (1980), basé sur Plusieurs niveaux fonctionnels hiérarchisés : des fonctions de Gestion de L'entreprise jusqu'au capteur sur une machine de production

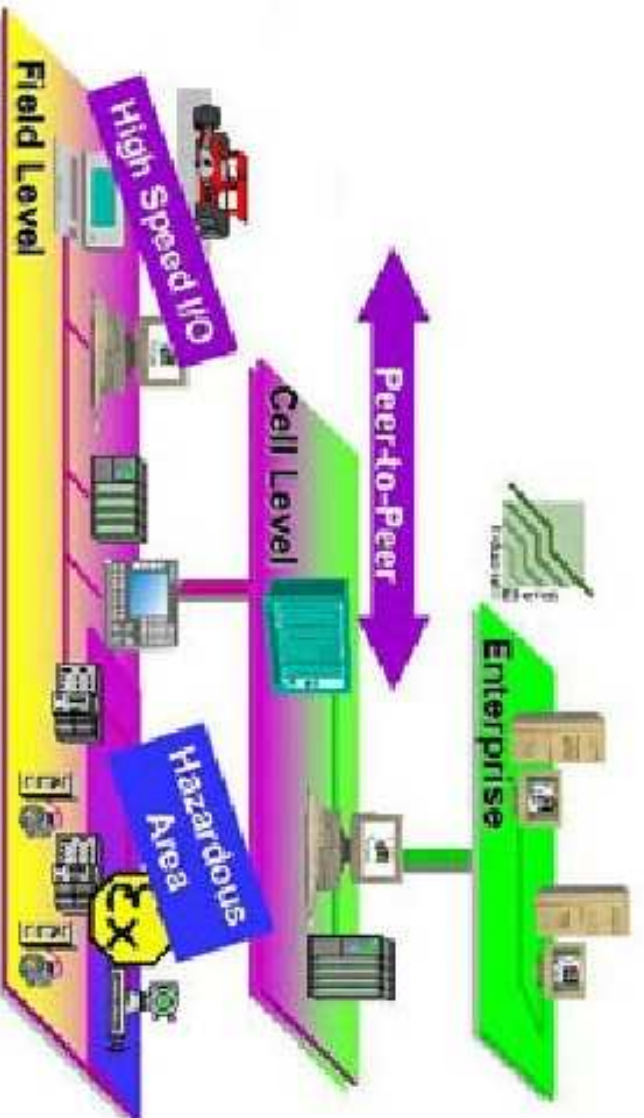
Niveaux Hiérarchiques en pyramide (Computer Integrated Manufacturing).

Les réseaux de communication seront aussi classifiés selon ces Niveaux.



Une pyramide CIM à 3 Niveaux

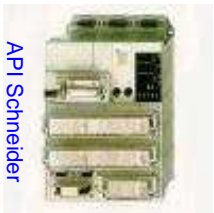
The English Pyramid



Diversité des Equipements de Terrain



API DP



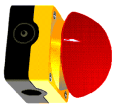
API Schneider



Bloc E/S
DP



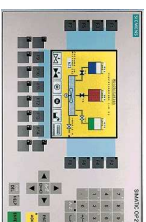
Régulateur Eurotherm PID DP



Bouton poussoir ASI



Passerelle AS-i/DeviceNet



Pupitre Opérateur Profibus



Module 4E/4S ASI



analyseurs ABB pH/Redox (ORP)



Contrôleur Alpha
Mitsubishi



Démarreur Moteur ASI



Interrupteurs de sécurité
à commande par câble ASI



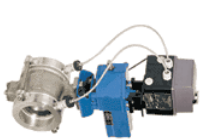
Sonde Niveau PA



Barrière IR DP



Variateur Vitesse
Parvex Asyn



Débinète PA

Contraintes des Réseaux Industriels

Hétérogénéité des équipements	⇒	OUVERTURE / NON PROPRIETAIRE
	⇒	INTEROPERABILITE
	⇒	INTERCHANGEABILITE
Environnement « dur »	⇒	IMMUNITÉ aux parasites / CONNECTIQUE
Rapidité de fonctionnement	⇒	TEMPS REEL / DETERMINISME
Sûreté de fonctionnement	⇒	SURETE / REDONDANCE



Non propriétaire : Qualité d'un réseau à pouvoir accepter des équipements provenant de différentes sources ou constructeurs.

Interopérabilité : Capacité d'un équipement à pouvoir réaliser des actions coordonnées avec d'autres équipements au moyen de communication réseau

Interchangeabilité : Capacité d'un équipement à pouvoir remplacer fonctionnellement un autre équipement par simple remplacement physique sans reconfiguration ou adaptations nécessaires.

Privilegier une architecture simplifiée à 3 couches

→ Respect des contraintes de Temps Réel :

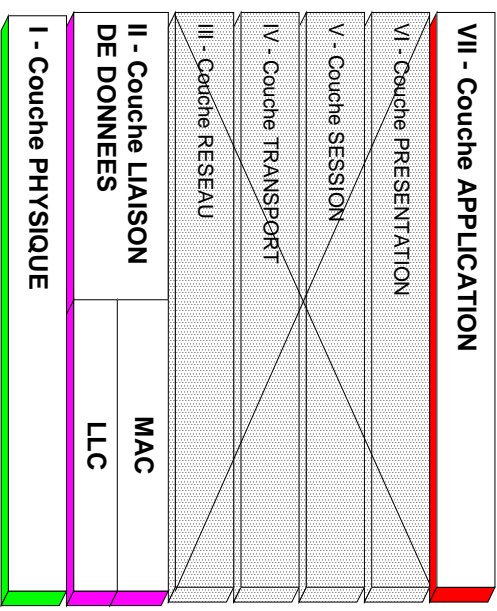
Rapidité

→ Ne tenir compte que des contraintes industrielles

Réseau local privatif, Efficacité

→ Gestion des couches basses sur semiconducteur

Rapidité, Interopérabilité

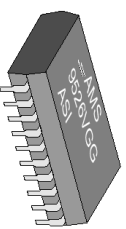
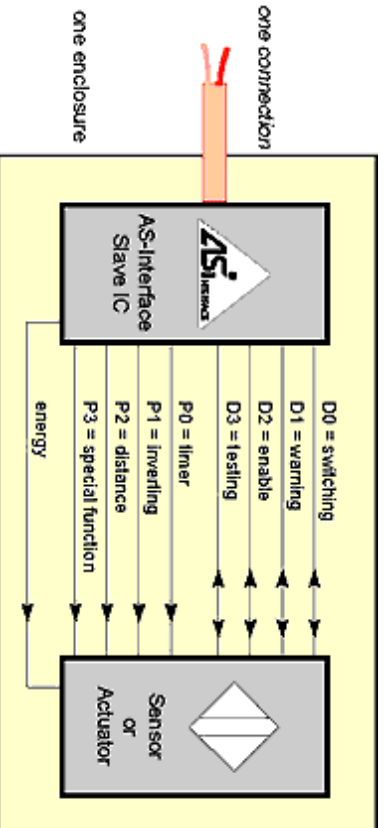


Gestion des Couches Basses sur ASIC

AS-i

L'intelligence d'un noéud AS-i se trouve regroupée dans un ASIC (**Application Specific Integrated Circuit**) gérant toutes les fonctions du capteur ou de l'actionneur afin d'informer le réseau sur l'état de la communication, la disponibilité et l'état du capteur.

- soit intégré directement dans le capteur ou l'actionneur (dit « **Asifié** »)
- soit dans un module d'E/S

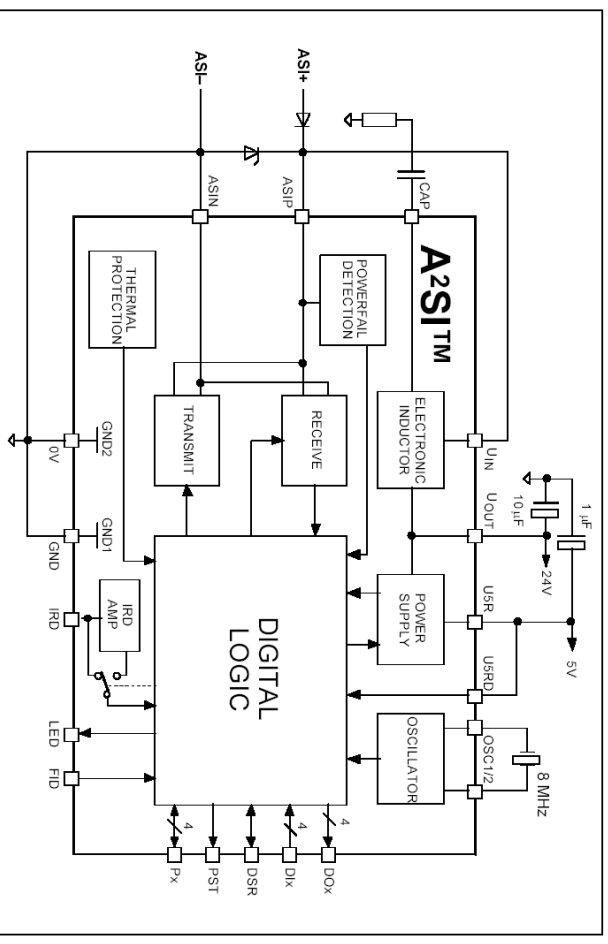
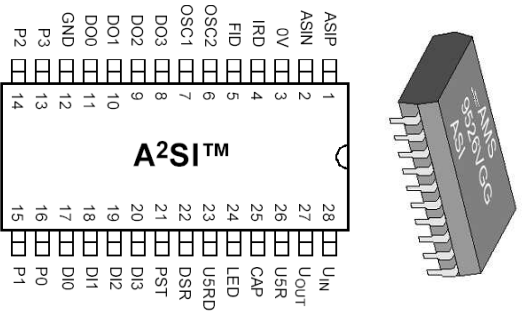


Module 2I / 2O BW1444 Bihl
+ Wiedemann GmbH
www.bihl-wiedemann.com/en/gesch/cataloog/14214344.htm



Noéud ASi
"Connect & Comm"

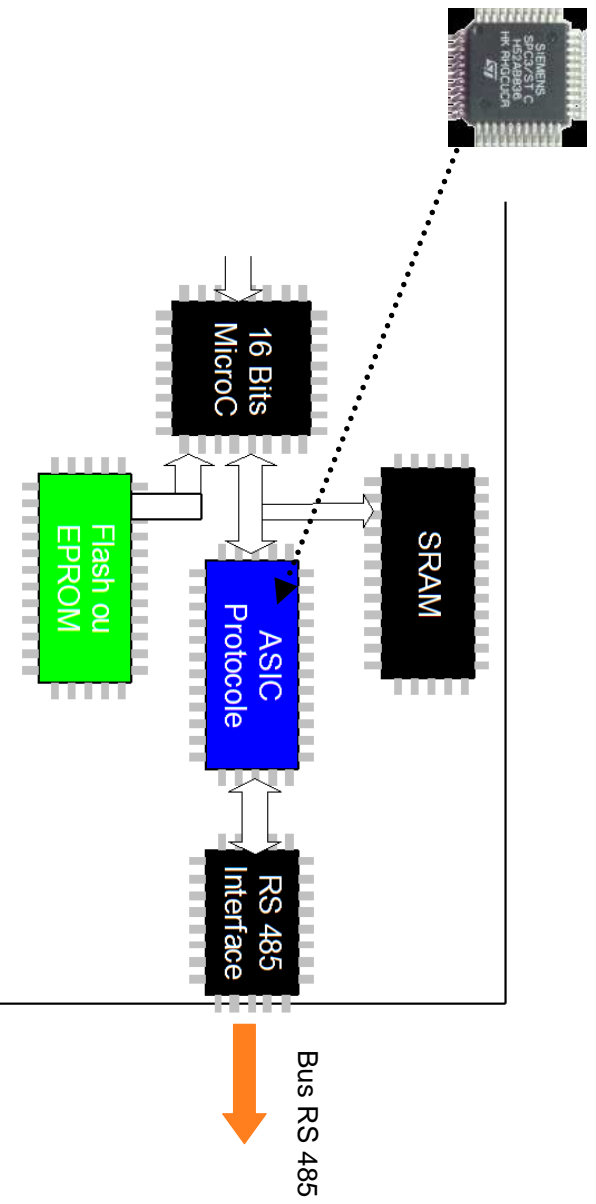
Circuit AS-i A2S1™ de AMIS semiconductors : composant monolithique 28 broches



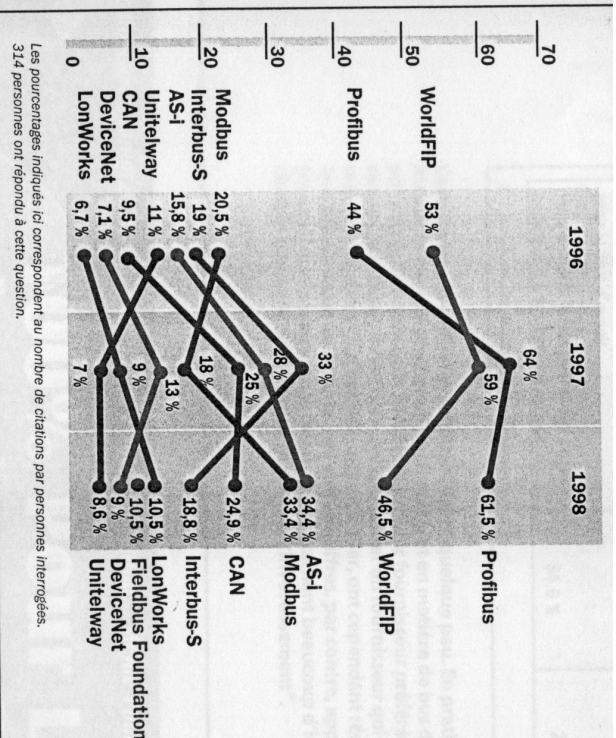
ASIC : Application Specific Integrated Circuit

PROFIBUS

L'ASIC doit être interfacé à un microprocesseur pour réaliser les fonctions d'application demandées (SPC3 Siemens)



1998 revue Terrain : enquête de popularité des réseaux laissant présager de leurs utilisations enquête de 1996 à 1998, auprès de décideurs industriels du secteur de l'automatisme, leur demandant quels réseaux de terrain leurs étaient connus.

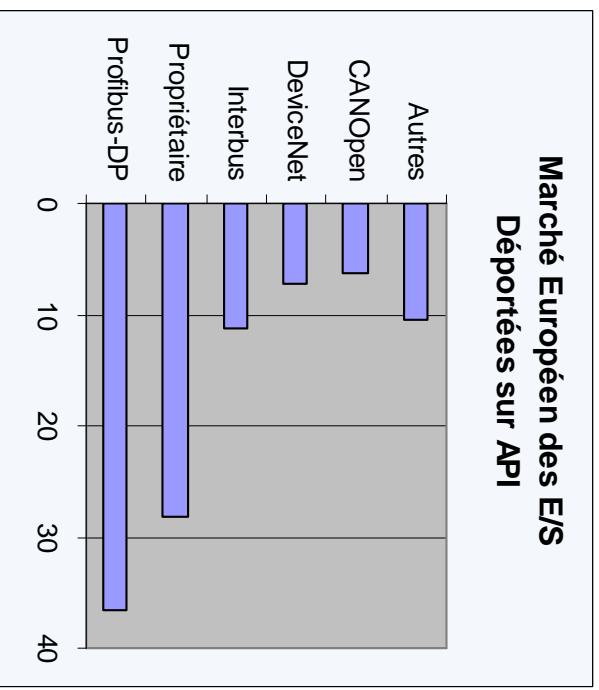


Eddy BAUJIC, IUT Nancy Brabois

Colloque Pédagogique IUT GEII Montpellier Juin 2006

18

Enquête IMS Research 2003 : Revue Industrial networking and Open Control 02/03



Autres : Modbus 2,1%, Asi 2,1 %, SSI 0,8%, Ethernet 0,8%, profibus-FMS 0,2%, divers 4,3%

- **Multitudes de Réseaux : Standard Nationaux, Associatif, Propriétaire**
- **Appellation réseaux de terrain hasardeuse : réseau d'automates, device bus, sensor bus, ...**
- **Pyramide CIM s'écrase de 5 à 3 niveaux**

Développement du marché basé sur :

- **Pérennité (Normalisation),**
- **Interopérabilité (Certification produits),**
- **Performance (Déterminisme, temps réel,**
- **Efficacité (Réponse adaptée aux besoins),**
- **Diversité Fournisseurs et sources**
(Fabricants, OEM, Fondateurs silicium),
- **Intégrateurs (Compétence, stabilité)**

Réseau	Nœuds Installés
— Profibus	+10 Millions
— Hart	10 Millions
— ASi	10 Millions
— Interbus S	6,5 Millions
— Device Net	3 Millions
— CC Link	3 Millions
— FieldBus Foundation	
— CANOpen	
— WorldFIP	
— Fipio / Modbus +	

Eddy BAUJIC, IUT Nancy Brabois

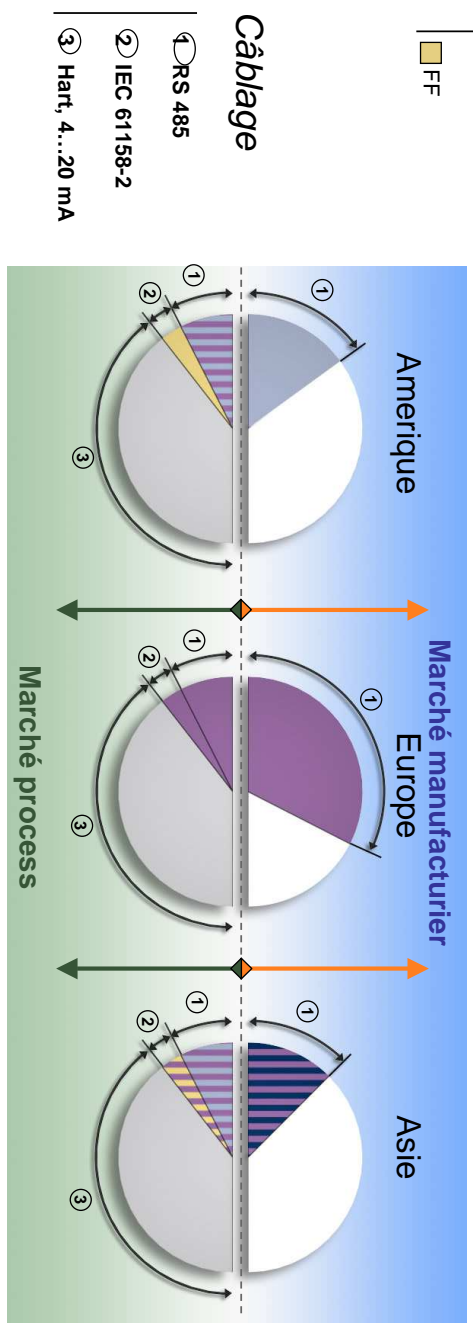
Colloque Pédagogique IUT GEII Montpellier Juin 2006

19



Réseaux

- DeviceNet
- PROFIBUS
- CC-Link
- FF



EN 50170 - (CENELEC 1997) WorldFIP, P-Net, PROFIBUS

Système de communication de terrain pour application générale (spécifie les caractéristiques fonctionnelles, électriques et mécaniques d'un bus de terrain de terrain à transmission série.)

IEC 61158 - (1999) Réseaux de Terrain

Digital data communication for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems

IEC 60079-27 - (2005) Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses

Partie 27: Concept de réseau de terrain de sécurité intrinsèque (FISCO) et concept de réseau de terrain non incendiaire (FNICO)

EN 50295 - (CENELEC 1999) Réseau AS-i

Low-voltage switchgear and controlgear - Controller and device interface systems - Actuator Sensor interface (AS-i)

EIA RS485 / ISO 8482 - Couche physique pour transmission série sur paire torsadée

ISO 11898 - Bus CAN (Controller Area Network 1985) Développé par Bosch pour l'automobile

Décembre 1999, le groupe de travail du projet **IEC 61158** converge enfin vers un **compromis de norme** sur les réseaux de terrain.

Extrait IEC61158 : "... IEC 61158 specifies a number of Fieldbus protocol types. Each protocol type is designed to permit multiple measurement and control devices to communicate on a shared medium.

Devices communicate directly only with other devices of the same protocol type."

Documents	Document Title	OSI Layer
IEC 61158-1	Introduction	
IEC 61158-2	Physical Layer specification and service definition	1
IEC 61158-3	Data Link service definition	2
IEC 61158-4	Data Link protocol specification	2
IEC 61158-5	Application layer service definition	7
IEC 61158-6	Application layer protocol specification	7

Norme réseaux de Terrain IEC 61158 : Un "Standard Multi-Standards"

<http://web.archive.org/web/20001002024300/http://www.isa.org/journals/intech/news/1.1771.805.00.html>

Reconnaissance de 10 Types de protocoles.

L'interopérabilité est seulement possible à l'intérieur d'un même type de protocole

Dick Caro, SC65C's WG 6, rôle majeur dans 61158

"A multipart standard is no standard at all, It is only a license for the suppliers who have invested the money to have their own work included in the document to claim standardization as a marketing feature."

Protocol types specified in IEC 61158	
Type 1	Foundation Fieldbus (FF)
Type 2	ControlNet
Type 3	PROFIBUS
Type 4	P-NET
Type 5	FF High Speed Ethernet
Type 6	SwiftNet
Type 7	WorldFIP
Type 8	Interbus
Type 9	Foundation Fieldbus (FF) FMS
Type 10	PROFINET

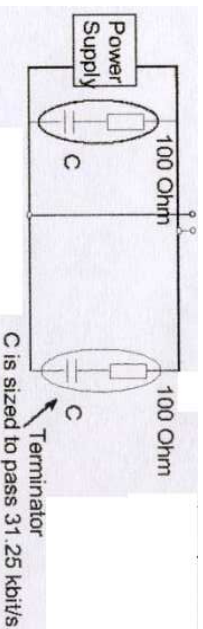
Seule Avancée significative : Couche Physique IEC 61158-2

Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Part 2: Physical layer specification and service definition

IEC 61158-2, *Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Part 2: Physical layer specification and service definition*

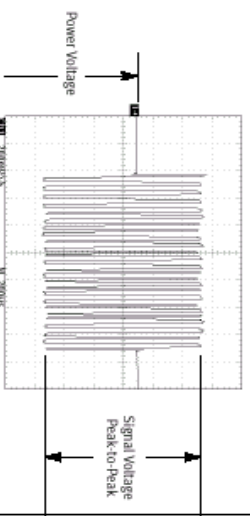
- Télé-Alimentation **transmission sur "courant porteur"** 9 – 32 V dc.
(Signal numérique et puissance sur même câble + Orange / - Bleu)
 - Exploités en **ambiances explosives (EExi)**. (exigences des industries chimiques, pétrochimiques et pharmaceutiques)
 - Débit **31,25 KBps, Transmission synchrone**
- 

- Terminateur de Bus de type RC ($R=110\ \Omega$, $C = 1\ \mu\text{F}$), nécessité par la transmission de puissance sur le bus.



Chaque nœud réseau tire son alimentation nominale du bus
(9V Min)
+
un courant de 10mA "gaspillé" par une charge interne variable
50 Ohms.

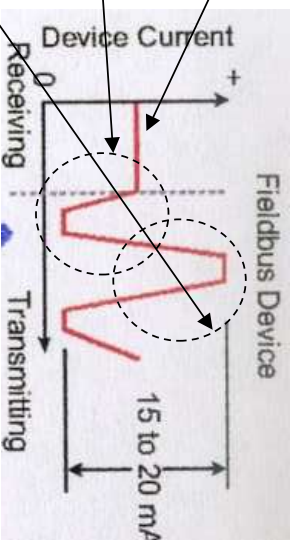
Signal Bus



Tension nominale d'alimentation du nœud

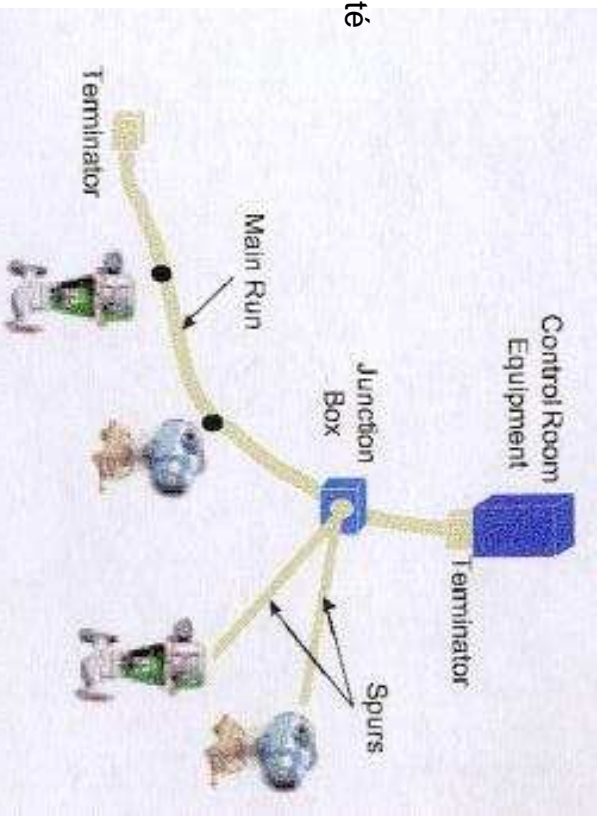
Quand le nœud veut transmettre '0', il tire 10mA supplémentaire par une charge additionnelle de 50 Ohms (signal de ligne descend).

Quand un nœud veut transmettre '1', il coupe les deux charges de 10mA (signal de ligne remonte).



Topologie classique bus ou Arborescent avec boîtier de dérivation

- ⇒ problématique de Dimensionnement du Câblage pour garantie Télé-Alimentation (min 9V en tout point)
- ⇒ Longueur Maxi 1900 m
- ⇒ Paire torsadée blindée AWG 18
- ⇒ Terminateur (RC) à chaque extrémité
- ⇒ Max 32 nœuds dépend de leur consommation de courant, du Nb de répéteurs (4 maximum)



Problématiques Pédagogiques

- **Connaissance , Choix, Caractérisations, Spécificités des Solutions du Marché**
- **Connaissance des Normes**
- **Distribution de la Commande en Réseaux**
- **Câblage, Dimensionnement, Installation**
- **Architecture Multi-réseaux , Interconnexion Multi-Niveaux**
- **Instrumentation Intelligente**