

Introduction

- # Ethernet Industriel

7 rue André-Marie AMPERE
31830 PLAISANCE DU TOUCH
Tel : 05 61 30 69 00 - contact@isit.fr

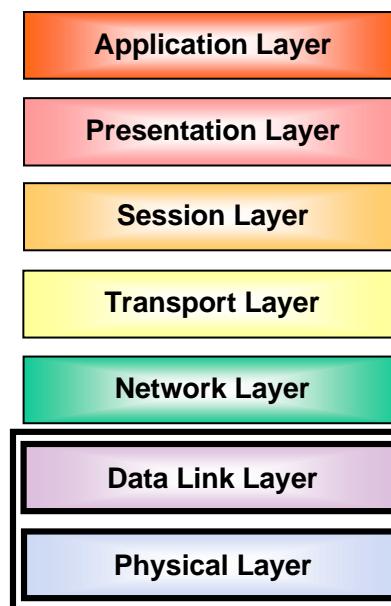
Un peu d'histoire

- Historique

- ▶ Ethernet a été inventé par Robert Metcalfe et David Boggs chez Xerox dans la fin des années 70
 - ▶ Sa version 1 a été mise au point par Xerox, Intel et Digital en 1980 et utilisée par l'industrie aéronautique : Boeing a monté sur cette base son réseau TOP (« Technical and Office Protocol »)
 - ▶ Sur un réseau Ethernet la durée d'attente d'une trame est variable
 - ▶ Le caractère aléatoire du délai d'émission n'est pas gênant dans l'industrie aéronautique, ni dans les applications bureautiques où la production ne supporte pas de contraintes strictes de temps réel
 - ▶ Par contre elle est gênante dans l'industrie où les automates qui communiquent ont des contraintes de temps réel fortes
 - ▶ General Motors a mis au point la technique du bus à jeton pour éviter les collisions et maîtriser les délais (réseau MAP, pour « Manufacturing Automation Protocol »)

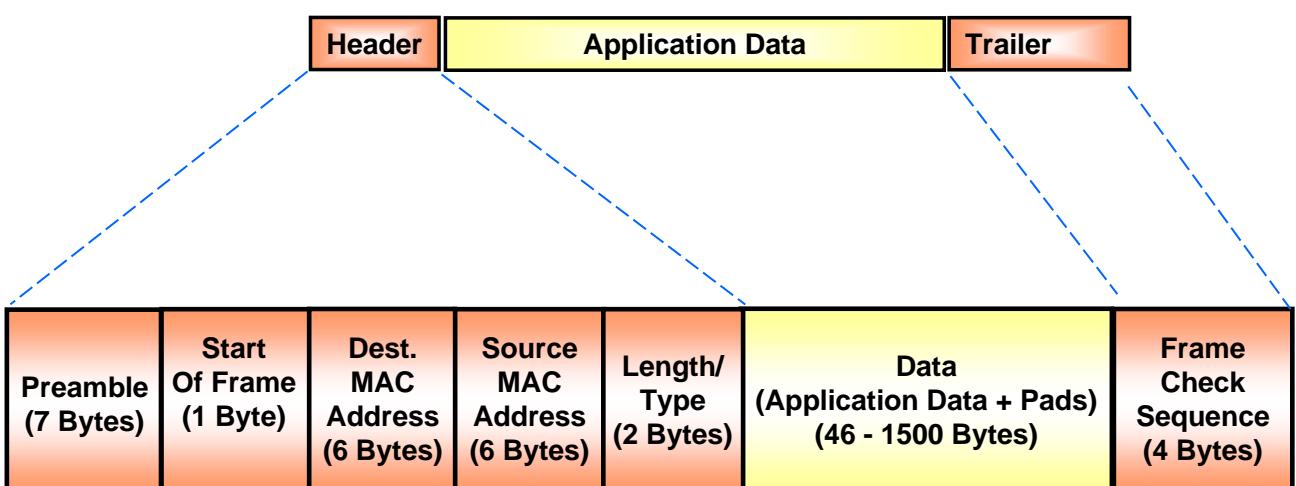
Le protocole Ethernet

- Ethernet est basé sur ...
 - un medium de communication partagé
 - un mécanisme de détection de collision
 - une retransmission automatique des trames après collision
 - Un système d'adressage univoque sur 6 octets
 - 4 octets de CRC pour détecter les données corrompues



Le protocole Ethernet

- Format d'une trame Ethernet



Les exigences industrielles

- Les approches pour réaliser un système temps réel :
 - Une charge de bus faible (suffisant pour des exigences "temps reel" faible)
→ Déjà possible avec de l 'Ethernet Standard
 - Un arbitrage centralisé d' accès au média pour éviter les collisions
 - Sans collision "Ethernet commuté"
 - Une synchronisation précise et décentralisée de l 'horloge.
 - Exemple : IEEE 1588 ou une synchronisation très précise de messages

Pour aller plus loin

- Un protocole de haut niveau est nécessaire pour ...
 - Adresser des composants sur d 'autres segments de communication
 - établir une communication entre applications et non pas uniquement entre coupleurs réseaux.
- Les protocoles les plus utilisés :
 - Internet Protocol (Couche 3 du modèle OSI)
 - TCP, UDP (Couche 4 du modèle OSI)

Modbus TCP

- Temps réel embarqué - Qualité logiciel - Bus de terrain -
- Service - Assistance technique - Informatique Industrielle
té logiciel - Programmation - Service - Assistance technique - Informatique Industrielle - Temps réel embarqué - Qualité logi
tion - Service - Assistance technique - Informatique Industrielle

7 rue André-Marie AMPERE
31830 PLAISANCE DU TOUCH
Tel : 05 61 30 69 00 - contact@isit.fr

Historique

- Modbus initialement développé par Modicon (Aujourd'hui intégré dans le groupe Schneider Electric) en 1979
- Première implementation basée sur le RS-232: Modbus/RTU
- La communication basée sur Ethernet a été développée en 1999: Modbus/TCP
- Foundation de l'organisation Modbus-IDA en 2003
- Transfert complet des copyrights Modbus de Schneider à Modbus-IDA en 2004

Introduction

- # Ethernet Industriel

7 rue André-Marie AMPERE
31830 PLAISANCE DU TOUCH
Tel : 05 61 30 69 00 - contact@isit.fr

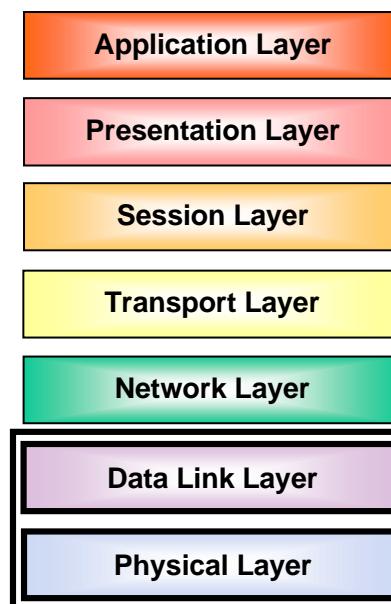
Un peu d'histoire

- Historique

- ▶ Ethernet a été inventé par Robert Metcalfe et David Boggs chez Xerox dans la fin des années 70
 - ▶ Sa version 1 a été mise au point par Xerox, Intel et Digital en 1980 et utilisée par l'industrie aéronautique : Boeing a monté sur cette base son réseau TOP (« Technical and Office Protocol »)
 - ▶ Sur un réseau Ethernet la durée d'attente d'une trame est variable
 - ▶ Le caractère aléatoire du délai d'émission n'est pas gênant dans l'industrie aéronautique, ni dans les applications bureautiques où la production ne supporte pas de contraintes strictes de temps réel
 - ▶ Par contre elle est gênante dans l'industrie où les automates qui communiquent ont des contraintes de temps réel fortes
 - ▶ General Motors a mis au point la technique du bus à jeton pour éviter les collisions et maîtriser les délais (réseau MAP, pour « Manufacturing Automation Protocol »)

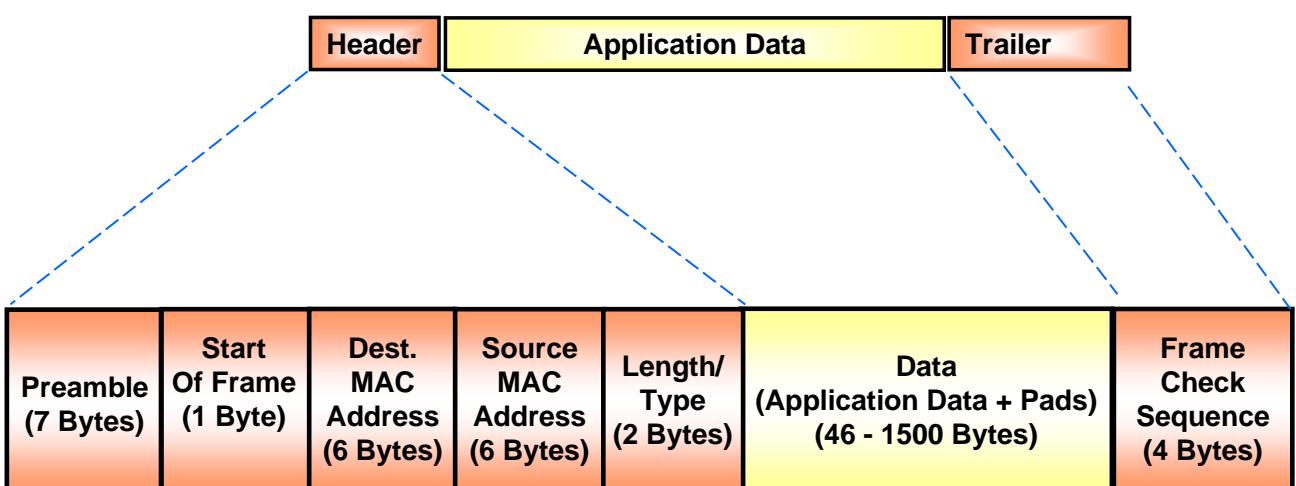
Le protocole Ethernet

- Ethernet est basé sur ...
 - un medium de communication partagé
 - un mécanisme de détection de collision
 - une retransmission automatique des trames après collision
 - Un système d'adressage univoque sur 6 octets
 - 4 octets de CRC pour détecter les données corrompues



Le protocole Ethernet

- Format d'une trame Ethernet



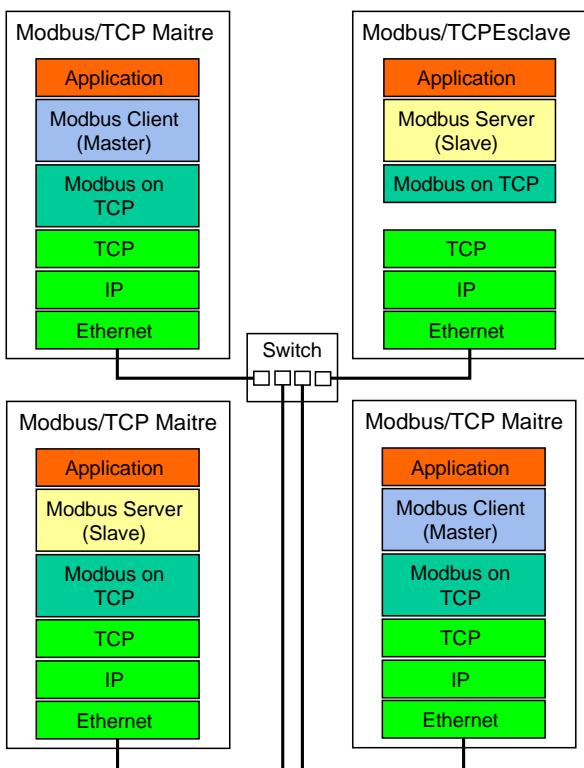
Les exigences industrielles

- Les approches pour réaliser un système temps réel :
 - Une charge de bus faible (suffisant pour des exigences "temps reel" faible)
→ Déjà possible avec de l 'Ethernet Standard
 - Un arbitrage centralisé d' accès au média pour éviter les collisions
 - Sans collision "Ethernet commuté"
 - Une synchronisation précise et décentralisée de l 'horloge.
 - Exemple : IEEE 1588 ou une synchronisation très précise de messages

Pour aller plus loin

- Un protocole de haut niveau est nécessaire pour ...
 - Adresser des composants sur d 'autres segments de communication
 - établir une communication entre applications et non pas uniquement entre coupleurs réseaux.
- Les protocoles les plus utilisés :
 - Internet Protocol (Couche 3 du modèle OSI)
 - TCP, UDP (Couche 4 du modèle OSI)

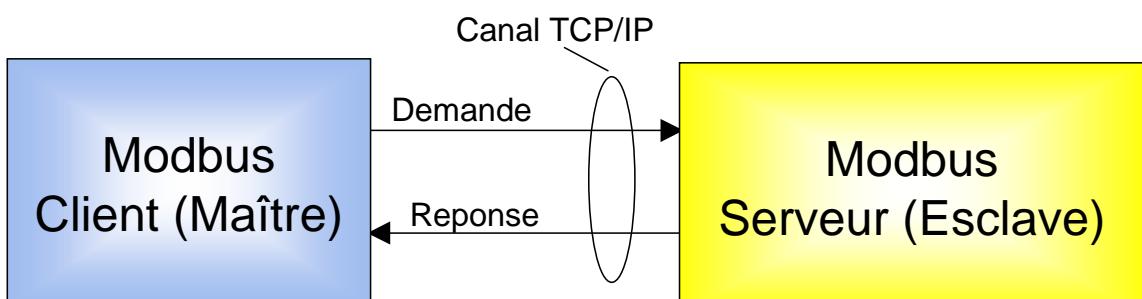
Principe de base



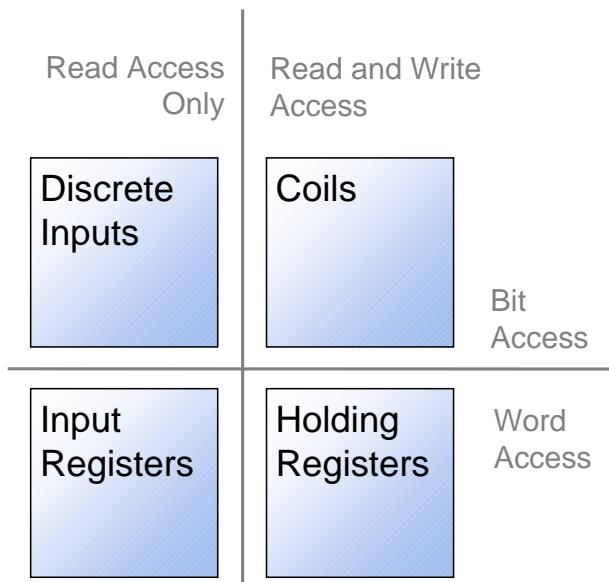
- L'esclave Modbus peut servir différents Maîtres simultanément.
- Chaque communication Maître/Esclave utilise une connexion TCP séparée (Port 502)
- L'adresse IP est utilisée comme ID de composant.
- Le maître initialise les connexions et utilise le Polling.
- Les switchs et les routeurs standards peuvent être utilisés.

Modèle de communication

- Client / Serveur
- L'établissement de connexion, le management et la détection d'erreur sont délégués à la couche TCP/IP



Organisation des données



- Les données sont organisées dans une « table primaire » avec différents types d'accès
- 2 Octets pour spécifier l'adresse dans la table
- Option : Les tables peuvent partager des plages d'adresses
- Chaque table est accessible via un “Code Fonction”
- Plusieurs champs de données sont accessibles en une demande Modbus

Code fonction

- Différents services sont disponibles via „Code Fonction“. Les Codes Fonctions communs sont :

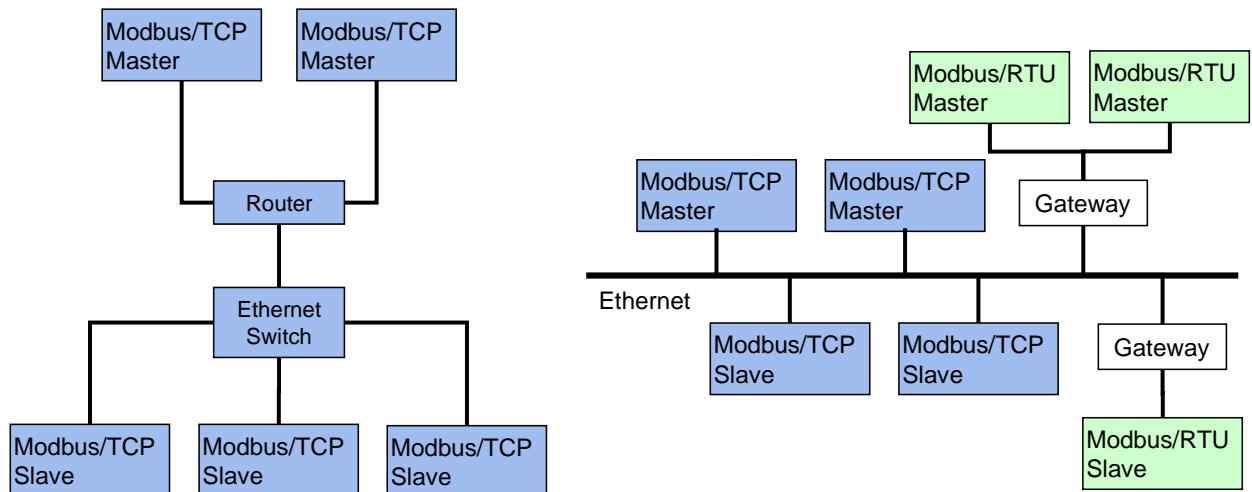
- | | |
|--------------------------------|--|
| • FC 1: Read Coils | • FC 5: Write Single Coil |
| • FC 2: Read Discrete Inputs | • FC 6: Write Single Register |
| • FC 3: Read Holding Registers | • FC 15: Write Multiple Coils |
| • FC 4: Read Input Registers | • FC 16: Write Multiple Registers |

Exemple de trame de requête FC 16 :

N	N+0	N+1	N+2	N+3
0	Function Code (16)	Start Address (H)	Start Address	Quantity (H)
4	Quantity	Bytes Count	1 st register (H)	1 st register Value (Low)
8	2 nd Register (H)	2 nd Register (L)	etc..	

Topologie

- Le protocole Modbus supporte toutes les topologies TCP/IP
- Des passerelles vers des variantes de Modbus sont possible (ex : Modbus TCP vers RTU)



Extensions

- Les vendeurs peuvent étendre le protocole avec leurs propres fonctions (User Defined Function Codes)
- Certain vendeurs implémentent des adaptations de Modbus TCP, bien qu 'elles ne soient pas officiellement spécifiées. (ex : Multicast Modbus)
- L 'intégration de Modbus dans l'architecture CIP a été spécifiée par l 'ODVA récemment.

Les organisations

- The Modbus IDA Organization
- Maintien et développe le standard Modbus
- Programme des Conformance tests (Laboratoire de test aux USA, Europe et Chine)
- Fournit plusieurs informations, outils et ressources pour le développement de pile Modbus.
- Les spécifications Modbus sont téléchargeables :
www.modbus.org/specs.php
- Les intégrateurs, les fournisseurs et une liste des composants disponibles peuvent être consultés :
www.modbus.org



Ethernet/IP

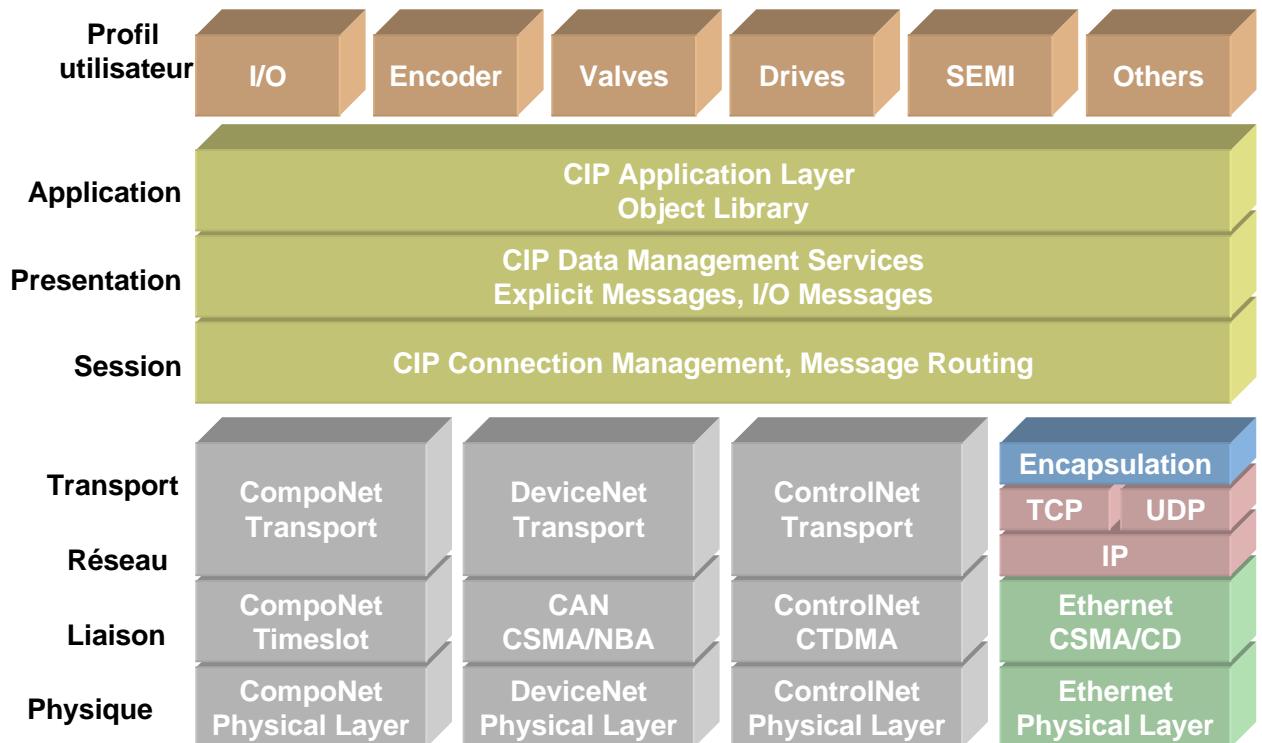
- Temps réel embarqué - Qualité logiciel - Bus de terrain -
- Service - Assistance technique - Informatique Industrielle
té logiciel - Programmation - Service - Assistance technique - Informatique Industrielle - Temps réel embarqué - Qualité logi
tion - Service - Assistance technique - Informatique Industrielle

7 rue André-Marie AMPERE
31830 PLAISANCE DU TOUCH
Tel : 05 61 30 69 00 - contact@isit.fr

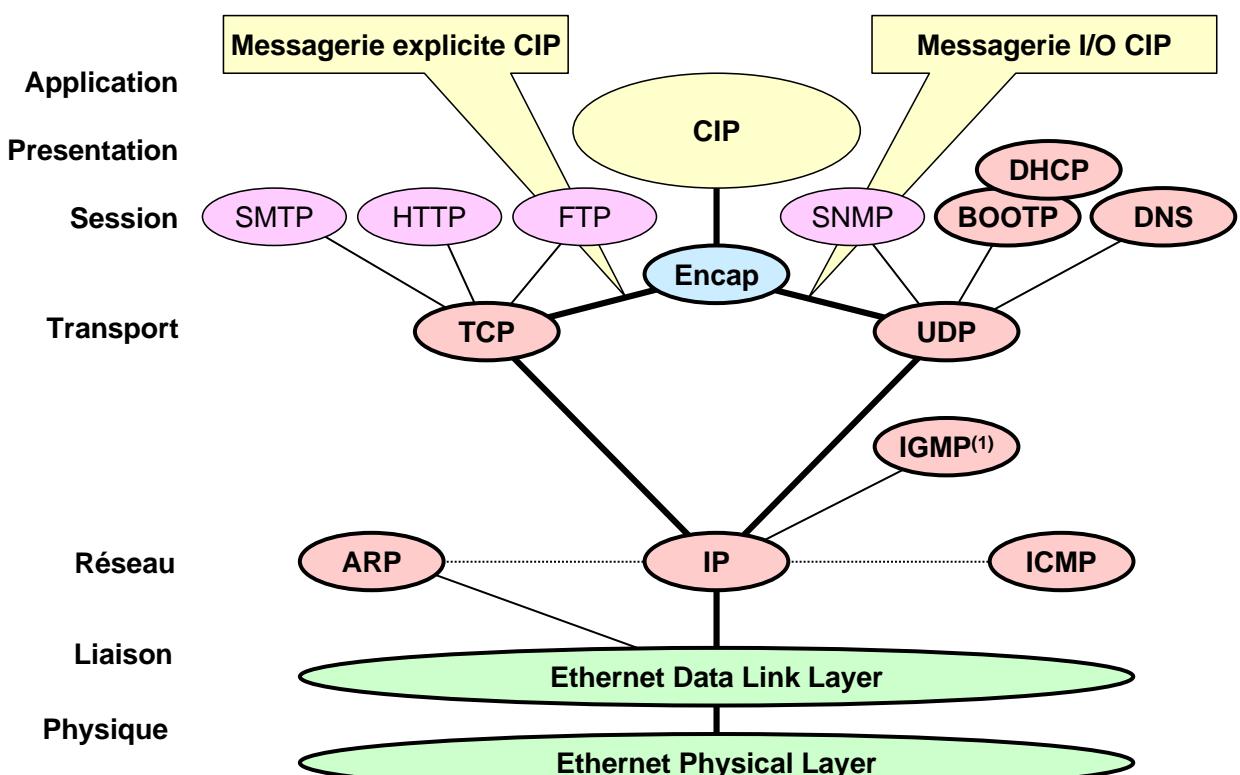
Historique

- EtherNet/IP – CIP sur Ethernet
- CIP = Common Industrial Protocol
 - A l'origine développé par Allen-Bradley (AB)/ Rockwell Automation (RA) en 1994
 - La première implémentation du CIP a été sur le CAN → DeviceNet
 - AB/RA a transféré l'autorité à une organisation ouverte pour spécifier et soutenir un standard → ODVA
- EtherNet/IP
 - Première introduction en 2001
 - Résolument tourné vers le marché de l'automate industriel

Principe de base



Principe de base



Principe de base

• Application centralisée

- Un Scanner échange des données avec plusieurs Adapters
 - Le réseau peut avoir plusieurs Scanner
- Les Scanners peuvent partager les données d 'un Adapter en utilisant les trames multicast
 - Mais: Les Adapters ne peuvent pas échanger de données entre eux.

• Nombre de nœuds sur le réseau

- En théorie seulement limité par Ethernet et la plage d 'adressage IP (V4)
 - Ethernet: 6 Octets d 'adresse MAC, IP: 4 Octets d 'adresse IP
- En pratique limité par la performance des Scanners
 - Typiquement les scanners peuvent traiter jusqu 'à 10 000 messages/s

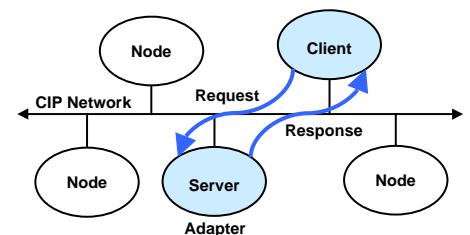
• Absence de maître sur le réseau

- Chaque nœud accède de manière aléatoire sur le média (CSMA/CD)
- L 'utilisation de switchs est obligatoire pour garder de l 'intégrité (+IGMP)

Modèle de communication

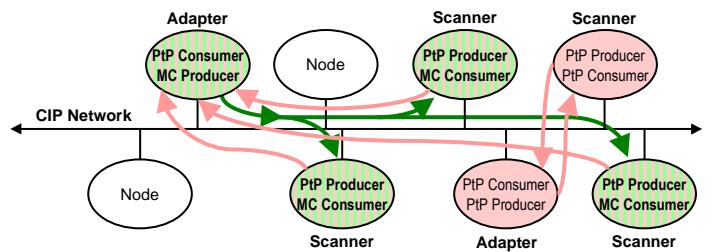
• Messagerie Explicite

- Relation Client/Server
 - Service Request/Response
- Connecté ou Non-connecté
- Utilisé pour établir les connexions scanner-adapter et pour lire/écrire des paramètres

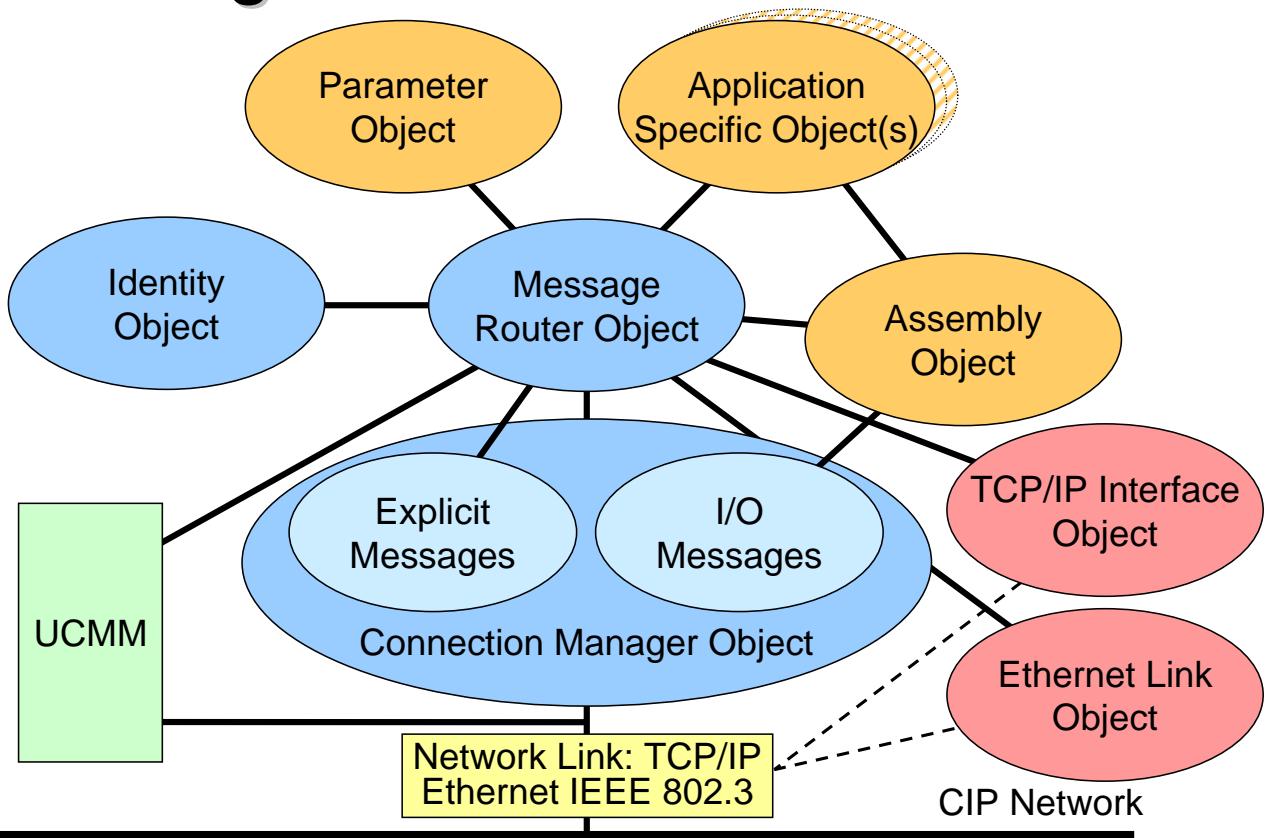


• Messagerie I/O

- Modèle Producteur/Consommateur
 - Point à Point ou Multicast
 - Connection Path
- Une connection est nécessaire
- Utilisé pour l 'échange d 'E/S
- Contrôle des échanges de données d 'application (Cyclique, Changement d 'état etc.)



Organisation des données



Topologies

- Topologie étoile commutée
 - Les switchs doivent supporter IGMP V2 pour éviter la surcharge de flux due aux messages Multicast sur les ports.
 - La configuration des switchs peut être faite via CIP, mais aujourd'hui aucun profile Switch n'a été défini.
 - Les Hubs sont tolérés mais peuvent diminuer de manière importante les performances du réseau.
- Topologie en bus
 - Les composants doivent disposer d'un switch interne à 2 ports.
- Topologie en anneau
 - Les composants doivent supporter le Device Level Ring Protocol (DLR)
- Possibilité de pont ou de routage vers d'autre réseau CIP (ex : Componet, DeviceNet...)

Extensions

• CIP Safety

- Utilisé dans la technologie CIP comme DeviceNet et EtherNet/IP
- Aussi utilisé dans des technologies non CIP comme le SERCOS III

• CIP Sync

- Utilise le standard IEEE 1588 "A Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems" pour la synchronisation des réseaux Ethernet/IP.

• CIP Motion

- Défini des profiles utilisables pour le motion control
- Utilise le CIP Sync pour synchroniser les applications/équipements

Les organisations

• ODVA Open DeviceNet Vendor Organisation

- Plus de 15 ans d'expérience avec les réseaux CIP
- Quelques 1200 Vendor IDs assignés
- 267 membres
- Responsabilité de maintenir les spécifications et les certifications
- Offres des outils de développements et de tests.

• ODVA Test Service Providers (TSP)

- Vérifie les produits CIP du marché par rapport aux spécifications
- Localisé aux USA, Japon et Allemagne

• Activités spécifiques pour Ethernet.IP

- Organisation de Workshop Implementation EtherNet/IP
- Organisation des EtherNet/IP Plugfest

Profinet

- Temps réel embarqué - Qualité logiciel - Bus de terrain -
- Service - Assistance technique - Informatique Industrielle
- logiciel - Service - Assistance technique - Informatique Industrielle
Programmation - Service - Assistance technique - Informatique Industrielle
- Temps réel embarqué - Qualité logiciel - Service - Assistance technique - Informatique Industrielle
- Service - Assistance technique - Informatique Industrielle

7 rue André-Marie AMPERE
31830 PLAISANCE DU TOUCH
Tel : 05 61 30 69 00 - contact@isit.fr

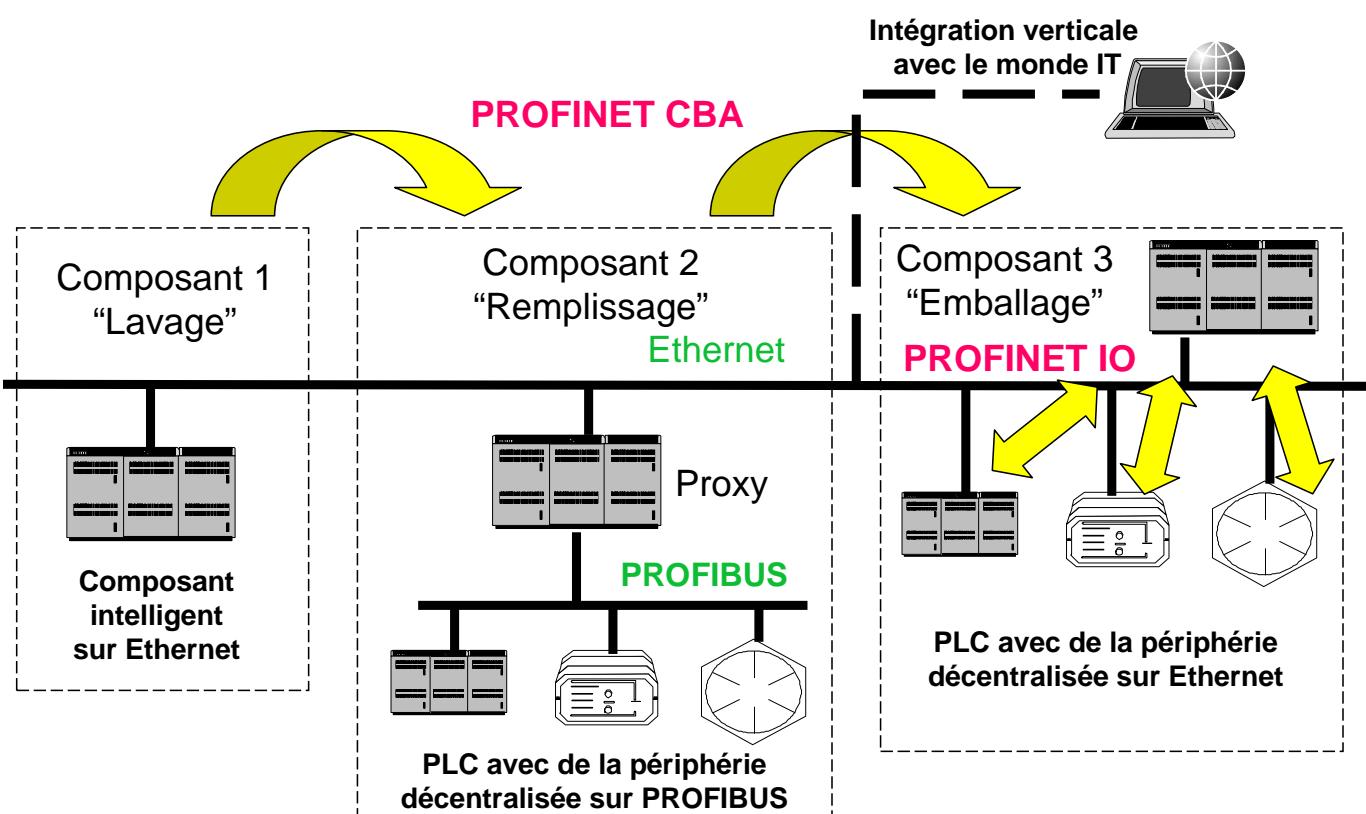
Historique

- Initialement introduit en Août 2000 par PROFIBUS User Organization (PROFIBUS Nutzerorganisation, PNO)
- Successeurs annoncé de la technologie Profibus
- Le premier composant PROFINET en 2002
- 2002 – PROFINET devient un standard IEC 61158 et 61784
- 2007 – la barre des 1.14 million de nœuds PROFINET
- Oct 2007 – Dernière spécification V.2.2

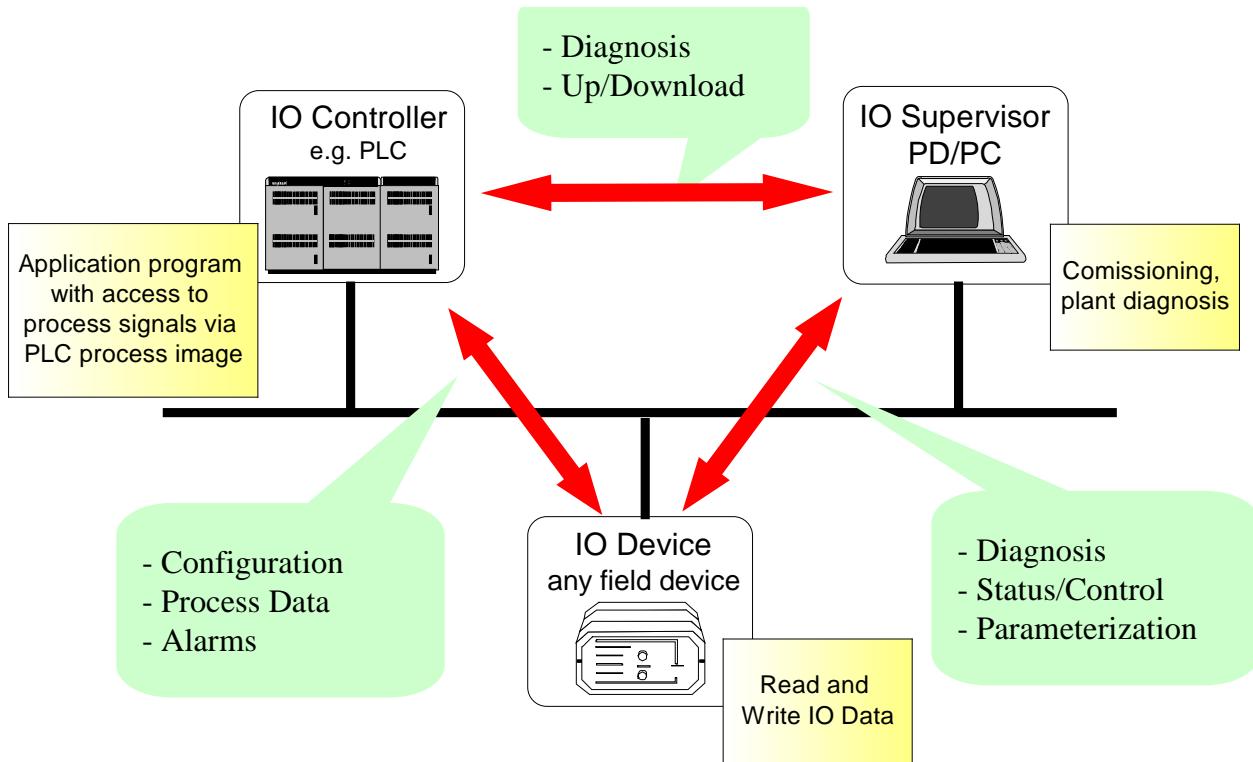
Principe de base

- PROFINET est...
 - 100% Ethernet Industriel d 'après la IEEE802.xx avec auto-negotiation et auto-crossing
- Mode Full Duplex
- 100% Réseau commuté
- 100 Mb/s-Ethernet
- Peut être implémenté sur des contrôleurs Ethernet Standard

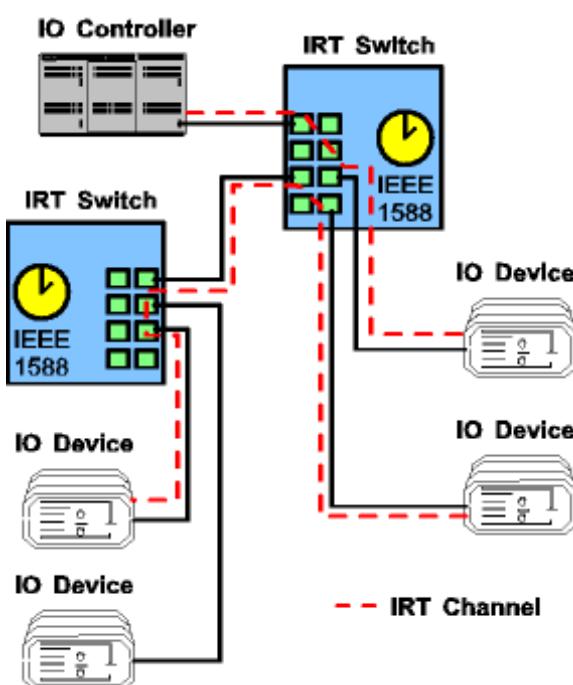
Principe de base CBA



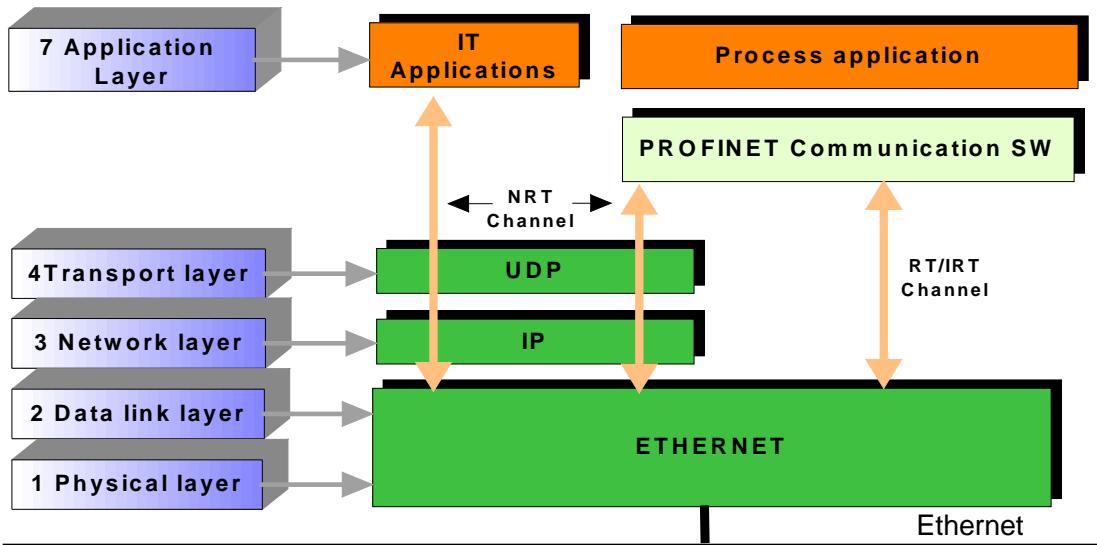
Principe de base IO



Principe de base IRT



Modèle de communication



NRT-Channel:

- paramétrage
- lecture des données de diagnostics
- chargement des interconnexions
- négociation des canaux de communication des données utilisateur

Real-Time channel RT:

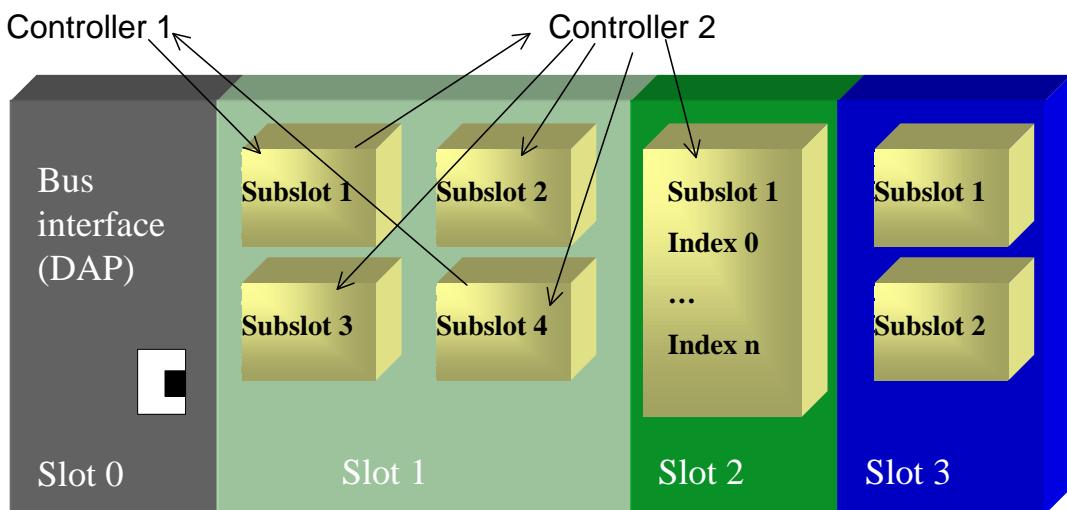
- transfert haute performance
- données cycliques
- signaux évènements
- utilise des contrôleurs Ethernet standard

Real-Time channel IRT:

- transfert haute performance avec synchronisation d'horloge
- jitter < 1usec
- Hardware spécifique nécessaire

Modèle de données

- PROFINET s'appuie sur la modularité

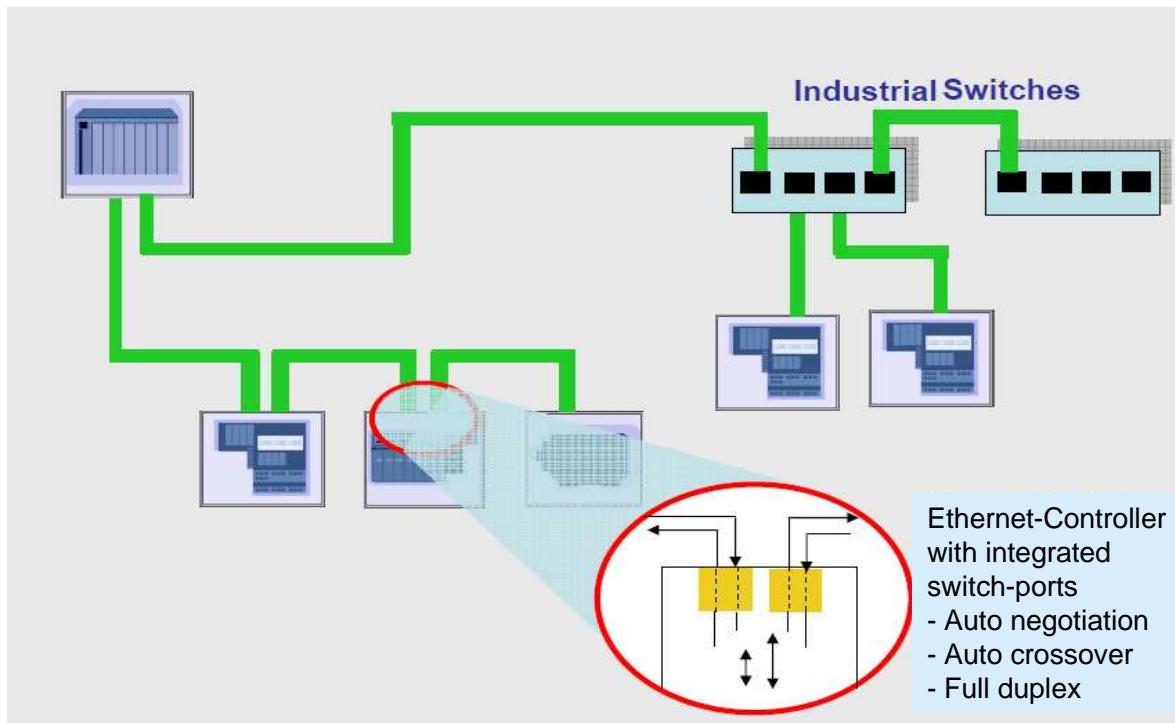


- SLOTS** – slots physiques de la carte sur l'appareil décentralisé
- Subslots** – Les données (bit, byte ou autre)

l'IO Controller (CR) est le seul à pouvoir écrire dans un subslots !
La description du périphérique se trouve dans le fichier GSD

Topologie

Ethernet commuté entièrement



Extensions

- Media Redundancy Protocol (MRP)
- Temps réel par I'UDP
- Diagnostique SNMP
- DHCP
- Des profils Safety et métier:
PROFIsafe, PROFIdrive, PROFIEnergy
- Dynamic Frame Packing (DFP)

Les organisations

PROFIBUS & PROFINET International (PI)

PROFIBUS User Organisation, Germany (PNO) :

- Développent futur de la technologie
- Définition des profils
- Création des guides de test pour les laboratoires de certification
- Certification des produits PROFINET
- Attribution des Vendor ID

Fournisseur de Logiciel et de Materiel

- Une grande variété de fournisseurs et donc de matériels PROFINET est disponible sur le marché
- Toute la liste des vendeurs agréés est sur le web: www.profinet.com

Powerlink

- Temps réel embarqué - Qualité logiciel - Bus de terrain -
- Service - Assistance technique - Informatique Industrielle
té logiciel - Service - Assistance technique - Informatique Industrielle - Temps réel embarqué - Qualité logi
Programmation - Service - Assistance technique - Informatique Industrielle - Temps réel embarqué - Qualité logi
tion - Service - Assistance technique - Informatique Industrielle - Temps réel embarqué - Qualité logi

7 rue André-Marie AMPERE
31830 PLAISANCE DU TOUCH
Tel : 05 61 30 69 00 - contact@isit.fr

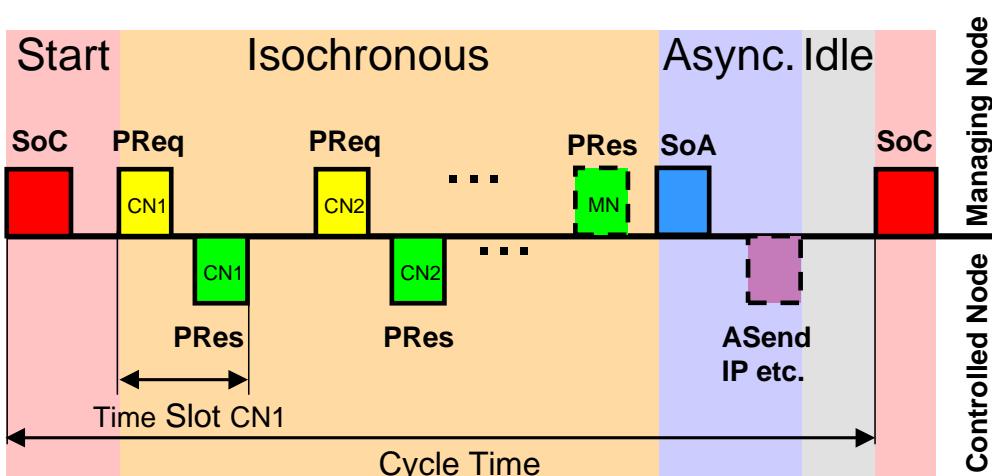
Historique

- Initialement développé par B&R en 2001 pour des applications de motion control rapides
- Fondation de l'EPSG comme organisation ouverte de vendeurs en 2004 et ouverture du protocole.
- Extension du protocole en coopération avec le CIA (« CANopen »)
- Membre de IEC standard depuis 2008

Principe de base

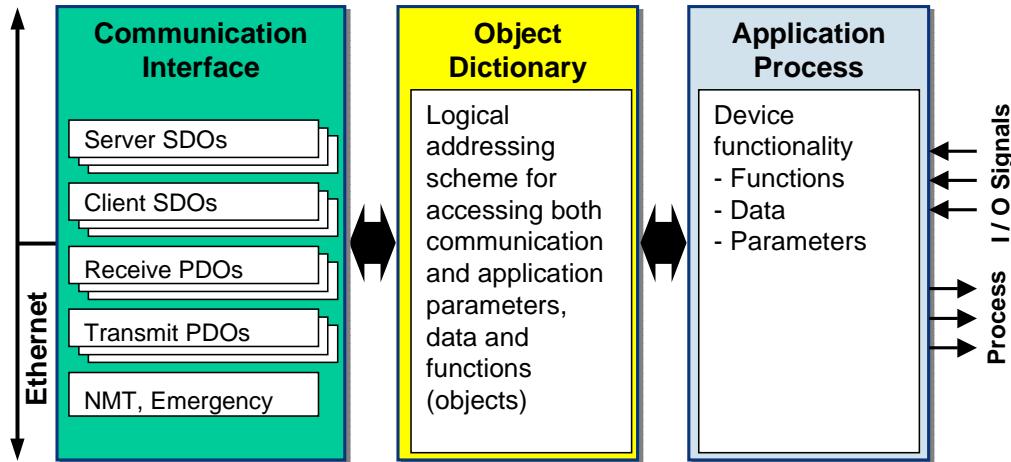
- Standard Fast Ethernet (100 MBit) Half-duplex (IEEE 802.3u)
- Les collisions sont évitées grâce à l' arbitrage d'un maître sur le réseau
- Principe de questions/réponses
- Communication cyclique avec des messages explicites de synchronisations
- Garantie d 'une bande passante pour chaque composant
- Bande passante réservée pour les données asynchrones (e.g. HTTP, FTP)
- Adressage des nœuds via un Node ID explicite de 8-Bit

Modèle de communication



- Un arbitrage de bus Maîtres/Esclaves
- Producteur/Consommateur pour les données temps réel
- La configuration de composants est possible dans la phase asynchrone

Organisation des données



- Adressage individuel de fonctions, paramètres et données via 16 Bits d'index et 8 Bits de sous-index
- Ce schéma d'adressage permet une indépendance de configuration entre les fournisseurs

Topologies

- Topologie libre : étoile, arbre, ligne et combinaison.
- L'utilisation de Hubs pour l'interconnexion des composants permet :
 - Un délais de transfert faible
 - Un jitter faible
- Les switchs ne sont pas recommandés compte tenu de leurs temps de propagation.
- Des segments protégés pour POWERLINK sont nécessaires pour garantir une communication déterministe.

Extensions

- Redondance et disponibilité:
 - Management de nœud redondant
 - Ligne Ethernet redondante
- Gigabit Ethernet
- Couche Safety avec : „openSAFETY“
 - Certifiable jusqu'au SIL-3
 - Donnée Safety et non-Safety sur le même bus

Les organisations

- Ethernet POWERLINK Standardization Group (EPSG)
 - Association ouverte de vendeurs
 - But de garder tout les droits sur le protocole
 - Groupe de travail distinct, ex : technique, marketing et tâche de certification.
- Constructeurs de matériel :
 - Variété de fournisseur de matériel POWERLINK (Controler/Device) et de solutions logicielles
 - Liste complète de produits sur le web:
www.ethernet-powerlink.org
 - Code Open Source disponible

EtherCat

- Temps réel embarqué - Qualité logiciel - Bus de terrain -
- Service - Assistance technique - Informatique Industrielle
- logiciel - Service - Assistance technique - Informatique Industrielle
- Programmation - Service - Assistance technique - Informatique Industrielle
- Temps réel embarqué - Qualité logiciel - Service - Assistance technique - Informatique Industrielle
- Temps réel embarqué - Qualité logiciel - Service - Assistance technique - Informatique Industrielle

7 rue André-Marie AMPERE
31830 PLAISANCE DU TOUCH
Tel : 05 61 30 69 00 - contact@isit.fr

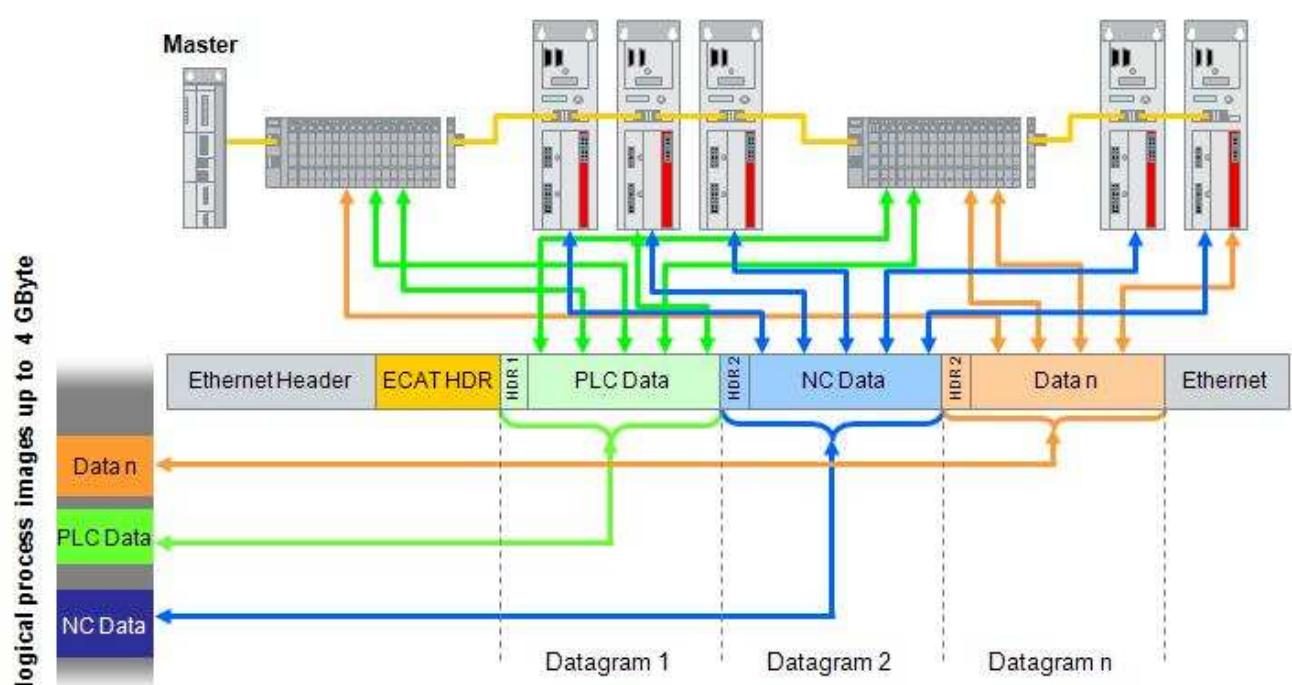
Historique

- Initialement développé par Beckhoff
- EtherCAT Technology Group (ETG) a été fondé en Novembre 2003
- Devenu un standard IEC depuis 2005
- Devenu un standard SEMI depuis 2007
- Un groupe de travail a été créé en 2009, le Technical Committee

Principe de base

- L'accès au média est contrôlé par des « contrôleurs Ethernet » spécifiques
- La trame Ethernet est remplie „à la volée“
- Les transmissions de données sont Full-Duplex
- Mécanisme de boîtes aux lettres pour les communications acycliques.
- Les profiles Servo et CANopen sont supportés
- L'Ethernet standard peut être utilisé en parallèle, sous certaine condition.

Principe de base



CANopen dans EtherCat

- Les modèles d'objets CANopen avec un adressage en index et sous-index.

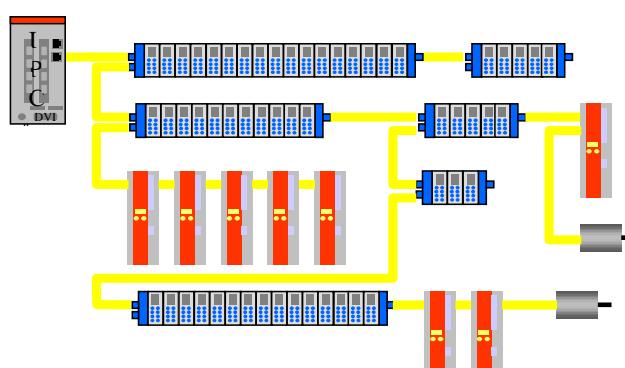
Index Range	Meaning
0x0000 – 0x0FFF	Data Type Description
0x1000 – 0x1FFF	Communication objects <ul style="list-style-type: none">• Device Type, Identity, PDO Mapping – like defined in DS 301• Objects defined in DS 301 not needed are reserved for EtherCAT• Additional objects (Sync Manager Communication Type, Sync Manager PDO Assignment) located in unused areas of DS 301
0x2000 – 0x5FFF	Manufacturer specific
0x6000 – 0x9FFF	Profile specific
0xA000 – 0xFFFF	reserved

Les topologies

- Libre : bus, anneau*, arbre*, étoile*

* Nécessite des composants spéciaux pour établir la topologie.

- Les hubs et les switchs ne sont pas nécessaires car chaque composant reçoit et transfère la trame.
- L'adressage peut aller jusqu'à 65 535 composants sur le réseau



Les extensions

- Une précision d'horloge ($<< 1 \mu\text{s}$) avec une horloge distribuée.
- Implémentation de la sécurité (FSoE : **F**unctional **S**afety **o**ver **E**therCAT)
- Redondance de câble en utilisant un port Ethernet supplémentaire.
- Système multi-maître possible en utilisant le même principe que les esclaves.
- Support de l 'Ethernet Gigabit.

Les organisations

- EtherCAT Technology Group (ETG)
 - Association ouverte de vendeur
 - Assure la compatibilité des implémentations d 'EtherCat en définissant les exigences futures.
 - Organise des rencontres vendeurs
 - Plus de 1 200 membres (à la fin Janvier 2011)

Beckhoff

- Développe et vend des composants technologiques spécifiques pour réaliser un réseau EtherCat.

Cas d'utilisation

- # Ethernet Industriel

7 rue André-Marie AMPERE
31830 PLAISANCE DU TOUCH
Tel : 05 61 30 69 00 - contact@isit.fr

Modbus/TCP

- Une grande partie des applications se trouvent sur les secteurs suivant :
 - l'automatisme industriel
 - Contrôle de procédé
 - Avec une limitation aux applications sans contrainte de temps sévère comme :
 - Acquisition de données décentralisée
 - Contrôle d 'air (ventilateurs/air conditionné...)
 - Contrôle a distance de pompe et compresseur
 - Gestion de l 'énergie.



Modbus/TCP

- Les plus :

- ▶ Principe de communication très simple, facile à implémenter
- ▶ Très utilisé; une grande variété de produit disponible
- ▶ Routage via du matériel standard

- Les moins :

- ▶ Uniquement du temps réel logiciel
- ▶ Accès limité aux données de process
- ▶ Liaison uniquement point-a-point pour l'échange de données, ne permet pas de réaliser des applications intelligentes déportées.

Ethernet/IP



- EtherNet/IP se trouve le plus souvent dans l'automatisme industriel et le contrôle commande
 - Focalisé sur une offre complète d'automatisation de process basé sur le CIP:
 - ex : Motion control, E/S, Automates
- Exemple d'application :
- ▶ Industrie automobile
 - ▶ Industrie emballage (robots)
 - ▶ Industrie agroalimentaire
 - ▶ Fonderie de composants

Ethernet/IP

- Les plus :

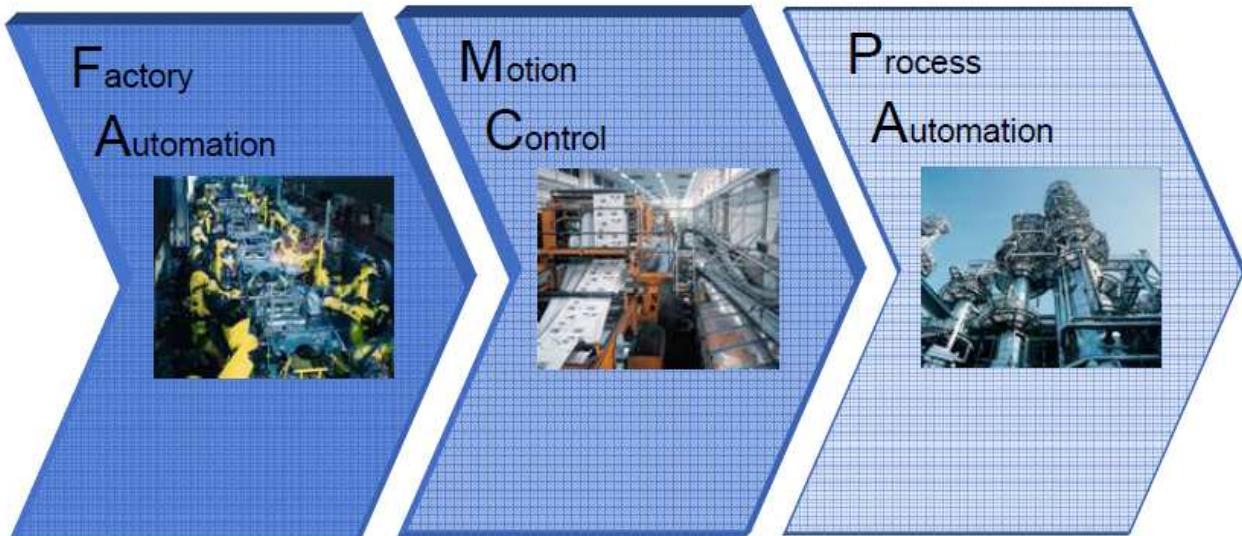
- Support intégré de routage des données vers d'autre réseaux basés sur le CIP et non CIP avec une couche de transport séparée (couche 4 OSI)
- Technologie reconnue par le standard ouvert CIP utilisé au niveau mondial par DeviceNet, CompoNet et ControlNet.
- Modèle Producteur/Consommateur (optimisation de l'utilisation de la bande passante).
- Un protocole avec très peu d'overhead pour les transmission de données.

Ethernet/IP

- Les moins :

- L'extension CIPsync (basée sur IEEE 1588) est nécessaire pour plus de déterminisme.
- Aujourd'hui ne supporte pas le trafic croisé bien que la norme CIP le permettre.
- Limitation de la longueur échangée avec les E/S à 511 octets (canal classique) ou 64 ko (canal étendu)

Profinet



Profinet

- Les plus :

- Les switchs standards peuvent être utilisés
- Grande variété de produits sur le marché; une communauté de constructeurs et d'utilisateurs assez large.
- Un mélange d'évènement et de données process satisfont la plupart des applications.
- Des profiles métiers communs entre Profibus et Profinet, permettant une migration et une interconnexions de ces réseaux simplifiées.

Profinet

- Les moins :

- Pas de communication croisée dans les implémentations d'aujourd'hui.
- Très peu de matériel IRT de disponible

Powerlink

- Contrôle rapide de mouvement multi-axes
 - Industrie de l'emballage
 - Imprimerie
 - Machine de modelage par injection
- Machine spéciale pour l'industrie
 - Travail du bois
 - Tissage
- Solution nécessitent un très fort degré de précision et de sécurité:
 - Transportation
 - Power generation



Powerlink

- Les plus :

- Bande passante isochrone garantie (configurable)
- Grande flexibilité dans la topologie et dans la communication
- Intelligence décentralisée grâce à une communication entre esclaves possibles.
- Profils métiers communs avec CANopen
- Redondance de maître et de câble déjà prévue dans la spécification.
- Pas d' ASIC spécifique nécessaire ; l'application peut définir ses contraintes temps réel.

Powerlink

- Les moins :

- Un mélange de composant hétérogène sur le réseau n'est pas possible
- L'utilisation de la technologie basée sur le hub devient problématique compte tenu de la présence quasi totale des switchs sur le marché. (mais électronique peu coûteux)

EtherCat



- Application avec un synchronisme très précis de gestion de mouvement multi-axes
 - Industrie robotique
 - Industrie de l'emballage
 - Imprimerie
- Combinaison de composants hétérogènes possible due à une bande passante Ethernet optimisée au maximum.

EtherCat

- Les plus :

- Un temps de cycle très court et un jitter très faible due à un ASIC dédié
- Une performance système garantie par la capacité de communication de chaque nœud.
- La performance réseau ne dépend pas de l'implémentation du maître.
- Implémentation bon marché avec les ASIC
- Réutilisation des profils CANopen
- Présence conséquente sur le marché

EtherCat

- Les plus

- Une configuration facile du réseau par un mécanisme de construction intelligent et automatique du réseau par les composants

- +/- Le développement du protocole est dominé par Beckhoff.

- Les moins

- Une sensibilité accrue aux erreurs due au concept de la trame de sommation.
- La fonction esclave n'est implantable que sur FPGA ou ASIC.
- L'utilisation de switch standard n'est pas possible; Seul les composants Ethernet sélectionnés (au niveau physique) peuvent être utilisés.
- Seul une solution Maître sur PC existe.
- Le trafic standard Ethernet n'est pas possible en parallèle d'EtherCat (Internet over EtherCat)

Tableau récapitulatif

- # Ethernet Industriel

7 rue André-Marie AMPERE
31830 PLAISANCE DU TOUCH
Tel : 05 61 30 69 00 - contact@isit.fr

	Modbus/TCP	EtherNet/IP	PROFINET	POWERLINK	EtherCAT	SERCOS III
Communication	Master/ Slave	Master/ Slave	Master/ Slave	Master/ Slave	Master/ Slave	Master/ Slave
Accès au bus	Master request	CSMA/CD	CSMA/CD	Master request	Master request	Master request
Transfert Ethernet	Individual IP V4 frames	Individual IP V4 frames	Individual Ethernet frames	Individual Ethernet frames	Summation frame	Summation frame
Transfert des data	Request- Response	Producer- Consumer	Producer- Consumer	Producer- Consumer	Producer- Consumer	Producer- Consumer
Adressage	4 Byte IP	4 Byte IP	6 Byte MAC	1 Byte ID	2 Byte ID	2 Byte ID
Nombre de maître	Multiple	Multiple	Multiple	One	One	One

	Modbus/TCP	EtherNet/IP	PROFINET	POWERLINK	EtherCAT	SERCOS III
Donnée Maître → Esclave	Unicast	Unicast	Unicast	Unicast	Broadcast	Broadcast
Donnée Esclave → Maître	Unicast	Multicast Unicast	Unicast	Multicast	Broadcast	Broadcast
Donnée Esclave - Escalve	--	--	(Multicast)	Multicast	Broadcast/U nicast (2 cycles)	Broadcast
Rafraîchissement	>50 ms	>1ms	>256µs (IRT) > 1ms (RT)	> 64 µs	>62,5 µs	> 31,25µs
Concept temps réel	None	Prioritizing (VLAN tagging)	RT: Prioritizing IRT: Scheduling	Scheduling	Summation Frame	Summation Frame

	Modbus/TCP	EtherNet/IP	PROFINET	POWERLINK	EtherCAT	SERCOS III
Support Physique Ethernet	10 / 100 / 1000 MBit Full/ Halfduplex	10 / 100 / 1000 MBit Full/ Halfduplex	10 / 100 / 1000 MBit Full/ Halfduplex	100 / 1 000 MBit Halfduplex	100 MBit Fullduplex	100 MBit Fullduplex
Topologie	Any (using Switches)	Any (using Switches)	Any (using Switches)	Any (using Hubs)	Line, others using special ETC Switches	Line
Implementation	Standard MAC (available in many CPUs)	Standard MAC (available in many CPUs)	RT. Standard MAC IRT: ASIC	Standard MAC or FPGA IP (for higher performance)	ASIC or FPGA IP	FPGA IP

	Modbus/TCP	EtherNet/IP	PROFINET	POWERLINK	EtherCAT	SERCOS III
Diagnostique intégré dans le composant	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Diagnostique réseau	Local (Switch with uplink port)	Local (Switch with uplink port)	Local (Switch with uplink port)	Global	Local (special TAP device)	Local (special TAP device)
Safety	None	CIPsafety	PROFIsafe	open-SAFETY	Ethercat safety	CIPsafety
Redondance de maître	None - Solved on application Level	None - Solved on application Level	None - Solved on application Level	Hot Standby Master	Redundant Master	None
Redondance de câble	Ring	Ring	Ring	Ring	Ring	Ring