

Contrôle Commande et Supervision

Formation et développement in situ et à distance.

Pascal VRIGNAT, Manuel AVILA, Jean Christophe BARDET
Pascal.vrignat@univ-orleans.fr
Laboratoire Vision et Robotique, IUT de l'Indre
2 Av. François Mitterrand, 36000 Châteauroux

RESUME : Les entreprises industrielles utilisent de plus en plus les services rattachés au réseau Internet pour permettre d'accéder à distance à leurs processus automatisés reposant majoritairement sur des architectures de contrôle/commande distribuées pour le contrôle, la gestion, la maintenance et la supervision des installations. De nombreux problèmes se posent alors concernant la distribution des fonctions de contrôle et supervision, l'intégration de l'automatisme jusqu'au réseau Internet et la sécurité des accès distants. Le travail présenté concerne l'implémentation de contrôles et supervisions distribuées à distance d'un automatisme. Les étudiants du département GEII, les étudiants de Licence professionnelle Automatisme, Réseaux et Internet profitent très largement des technologies particulièrement intéressantes qui sont présentées dans cette article. Notre approche pédagogique permet d'analyser et de sensibiliser particulièrement les étudiants aux différents problèmes des automatismes distribués en réseaux, de la sécurité d'accès, de la sécurisation de données, de leurs implications, dangers et solutions industrielles pour des mises en oeuvre de produits parfois très simples.

Mots clés : Contrôle-Commande, Supervision, Ethernet.

1 INTRODUCTION

Le dernier salon international en automation (SCS Automation & Control - Paris- Nord Villepinte – 2006) a mis en évidence plusieurs orientations technologiques au service des besoins actuels des entreprises. Les API (Automate Programmable Industriel) connaissent des améliorations de tout ordre que ce soit les fonctionnalités, la capacité à communiquer, l'ergonomie, la facilité à étendre les systèmes, les logiciels, les outils pour l'implémentation. Une des tendances majeures est une intégration croissante de la technologie « motion » au sein des systèmes de contrôle. On peut l'assimiler à une convergence des technologies en général, puisque l'intégration fonctionnelle horizontale est devenue légion dans le domaine de l'automation. Les utilisateurs plébiscitent les solutions jouissant d'une telle architecture, acceptant de moins en moins les discontinuités entre les systèmes. L'utilisation d'Ethernet TCP/IP en est la nette illustration. Par ailleurs, la relation entre l'API et l'Interface Homme Machine (IHM) s'intensifie. En substance, l'IHM, le contrôle « motion » et l'API ont de plus en plus de fonctions en commun ; illustrant ainsi le concept de convergence.

Dans ce contexte, ce qui est essentiellement visé, c'est l'amélioration de la disponibilité globale des installations pour des enjeux et challenges aujourd'hui incontournables :

| |
|--|
| Compétitivité = Productivité + Mondialisation + Innovation |
|--|

Dans cet article, nous présentons une nouvelle approche pédagogique en adéquation avec les besoins

futurs dans le développement d'applications d'automation. Le développement et la maintenance à distance deviennent incontournables pour permettre aux entreprises de rester compétitives.

Nous évoquerons :

- l'évolution des besoins, nouvelles tendances,
- les enjeux et challenges,

A travers un système « à échelle réduite », d'une solution innovante de services nous présentons:

- o IHM distribuées,
- o station locale avec accès centralisé,
- o échange d'informations entre IHM,
- o accès global aux données usine.

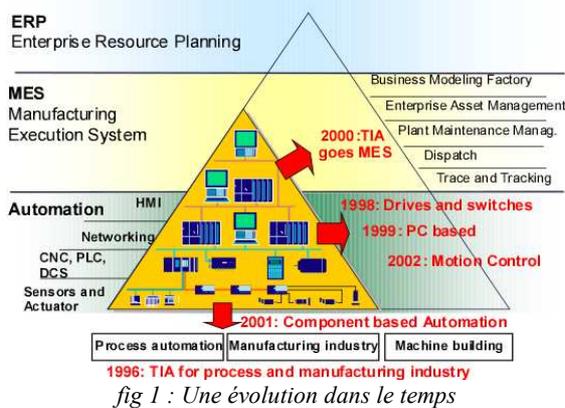
Et des nouveaux services et diagnostic à travers le Web :

- o diagnostic à distance et Down-upload possible,
- o sécurisation des communications.

2 EVOLUTION DES BESOINS ET NOUVELLES TENDANCES

Le début des années 80 a vu l'apparition du concept CIM (Computer Integrated Manufacturing), La performance des entreprises est aujourd'hui indissociable de leur réactivité en terme de réponse aux demandes du marché. L'ensemble de ces exigences a contribué à l'avènement de l'offre MES (Manufacturing Execution System) et conduit à une modification sensible du modèle pyramidal du CIM (Voir figure 1). *Ethernet devient un réseau fédérateur dès le niveau 2 (on parle d'Ethernet atelier) et le MES*

par ses fonctionnalités, tant sur le plan du pilotage que de la supervision de l'atelier de production, se positionne en médiateur afin de réduire la fracture entre le monde de l'informatique de gestion et celui de la production.



Les technologies de l'information et de la communication ont largement contribué à accélérer le développement de nouveaux produits et de nouvelles offres de services. On assiste à la naissance de nouvelles disciplines : e-manufacturing, e-maintenance, e-logistique, e-business (Rapport, SMM03_055, 2003).

Les exemples concrets sont nombreux dans le domaine (Voir figure 2). On peut souligner par exemple cette expérience qui résume une situation actuelle (Beltrami C, 2005).

PME du sud de la France grande utilisatrice de e-maintenance. Elle assure la construction de lignes de fabrication, la réparation et le remplissage de bouteilles GPL. 95% de son CA est réalisé à l'export sur les 5 continents dans 55 usines réparties dans le monde. Il est impossible de détacher du personnel pour la maintenance. Celle-ci est donc effectuée à distance à l'aide d'automates reliés à un réseau accessible par téléphone et/ou IP. Les résultats majeurs sont la réduction des coûts des contrats SAV par rapport à la concurrence et la réduction des délais avec un gain de 3 semaines à 3 jours.

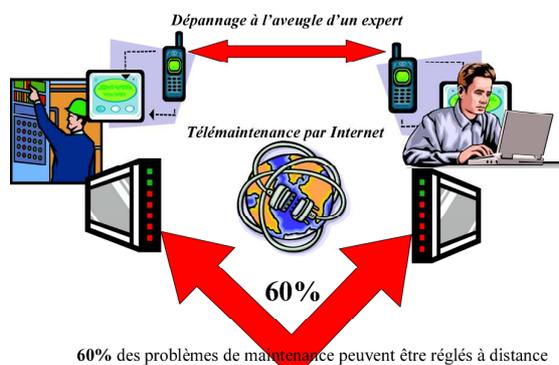


fig 2 : Un monde où les distances se réduisent à la vitesse de propagation des communications

3 SOLUTIONS INNOVANTES DE SERVICES

La réduction des temps de diagnostic fait partie des obligations actuelles. Dans les applications RENAULT, le pupitre de Contrôle-Commande inclut un ensemble logiciel pour l'aide au diagnostic / redémarrage, et le suivi des moyens. Dans les applications PSA, le pupitre est proposé avec des prestations intégrées : simulation, contrôle du temps de cycle machine, paramétrage du suivi des moyens.

FBFC (Groupe AREVA) a doté ses équipes production d'un Système d'Aide au Diagnostic global (SAD) comprenant aussi bien la partie automatismes que la partie électricité.

Le marché du M2M (Machine to Machine) est en passe d'exploser d'ici 2010 ! (exemple figure 3) Ce marché du M2M regroupe les solutions permettant aux machines de communiquer avec un serveur central sans intervention humaine (Le marché du M2M, 2005).

Les industries les plus avancées dans le domaine du M2M sont le transport pour la gestion de flotte et la télématique avancée (sécurité, secours, navigation dynamique...) et le secteur de la distribution de l'eau, du gaz et de l'électricité.

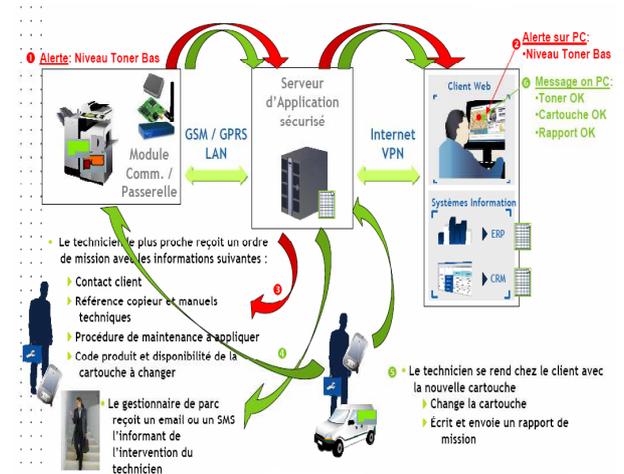


fig 3 : Exemple d'une application M2M complète

4 APPLICATION AUX SOLUTIONS INNOVANTES CHEZ SIEMENS

L'architecture de supervision utilisée se décompose en quatre « niveaux » : le niveau Internet, le niveau "entreprise" (réseau local), le niveau automatismes et enfin le niveau terrain.

Cette plate-forme est décrite sur les figures 4 et 5. Elle permet d'évoquer l'ensemble de ces problématiques liées aux nouvelles technologies de communication.

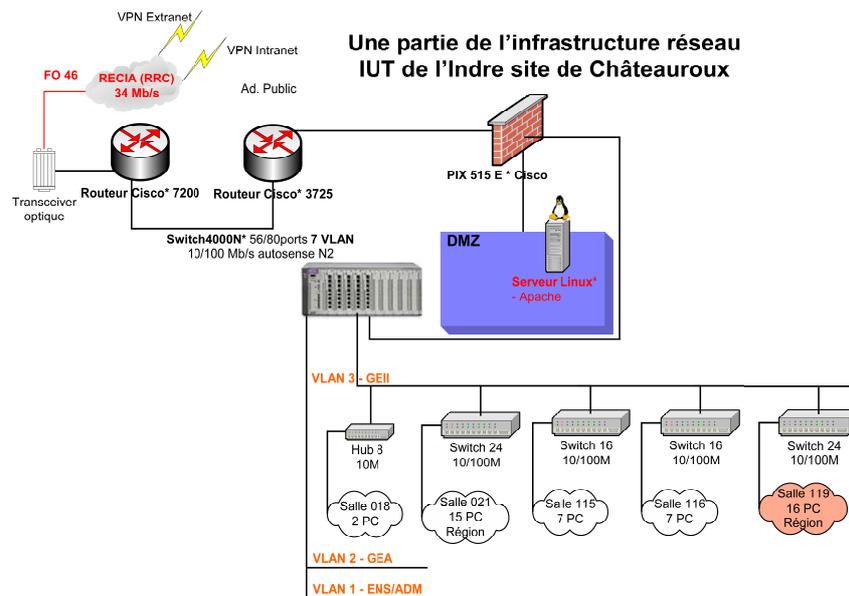


fig 4 : Une partie de l'infrastructure réseau IUT de l'Indre site de Châteauroux

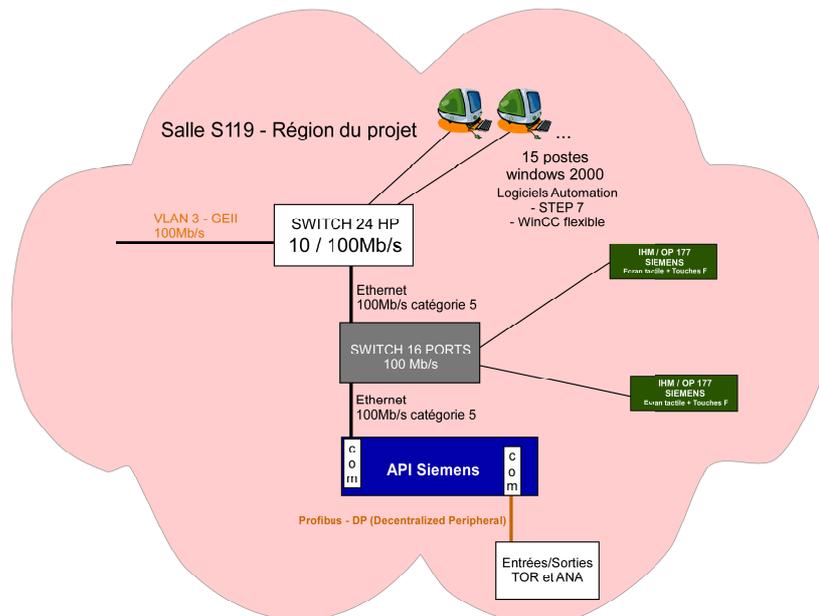


fig 5 : Région de travail du projet

4.2.1 Le niveau Internet

Un poste client, n'importe où dans le monde, se connecte à l'adresse d'une IHM via le réseau mondial Internet s'il y est autorisé.

4.2.2 Le niveau entreprise

Ce niveau est ici représenté par le réseau local de l'IUT. L'accès à Internet, à partir de ce réseau, est contrôlé par un routeur/pare-feu (PIX515 cf figure 1) qui gère les accès externe et interne à l'IUT, et donc vers l'automate programmable industriel et les IHM. Le

filtrage est effectué au niveau du pare-feu à l'aide de tables ACL (Access Control Lists).

4.2.3 Le niveau automatismes

L'API Siemens comporte un coupleur Ethernet et un coupleur Profibus-DP. Il intègre également un serveur web et ftp, permettant la supervision à distance. Le CPU de l'automate implémente le programme de calcul permettant le pilotage du processus programmé. Un pupitre de commande et un bornier d'entrées/sorties est également présent sur le réseau Profibus-DP, pour la commande manuelle du processus (Voir photo 1).

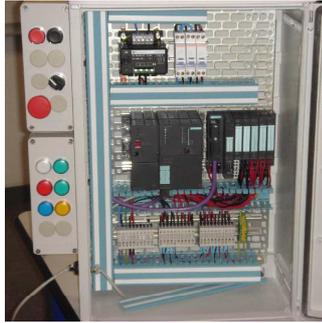


photo 1 : l'armoire de commande



photo 2 : Salle de travail en réseau sur les matériels

4.2.4 Le niveau terrain

Le processus est piloté de façon distribuée entre l'API Siemens et le réseau Profibus-DP raccordé aux détecteurs, boutonnerie et aux actionneurs de la maquette.

Blocs de programme de l'API :

- OB1 : Appel cyclique (Bloc d'organisation initial).
- FC1 : Gestion des entrées et des sorties.

Entrées et Sorties :

- Entrées TOR (carte 1 sur ET200S) :
 - I0.0 : Entrée recopiée dans la sortie A0.0
 - I0.1 : Incrémentation compteur MW50
 - I0.2 : RAZ compteur MW50
 - I0.3 : Validation rampe MW60 (rampe de 0 à 100 avec un pulse par seconde)

Sorties TOR (carte 2 sur ET200S (E/S sur Profibus-DP)) :

- Q1.0 : Image entrée I0.0
- Q1.1 : Clignotant 5 Hertz
- Q1.2 : Clignotant 1 Hertz
- Q1.3 : Clignotant 0,5 Hertz

Entrées analogiques +/- 10V (carte 3 sur ET200S (E/S sur Profibus-DP)) :

- PEW256 : Entrée recopiée sur sortie ana PAW260 (variable MD70 dans l'IHM)
- PEW258 : Entrée analogique sans traitement (variable MD74 dans l'IHM)

Sorties analogiques +/- 10V (carte 4 sur ET200S (E/S sur Profibus-DP)) :

- PAW260 : Image entrée analogique PEW256
- PAW262 : Image de la rampe MW60 (0 à 100% => 0 à 10 Volts)

Adresse réseau Ethernet :

- Automate (API) : 10.0.2.60 (masque 255.255.255.0)
- IHM n°1 : 10.0.2.61 (masque 255.255.255.0)
- IHM n°2 : 10.0.2.62 (masque 255.255.255.0)
- IHM n°3 : 10.0.2.63 (masque 255.255.255.0)
- IHM n°4 : 10.0.2.64 (masque 255.255.255.0)
- IHM n°5 : 10.0.2.65 (masque 255.255.255.0)
- IHM n°6 : 10.0.2.66 (masque 255.255.255.0)
- IHM n°7 : 10.0.2.67 (masque 255.255.255.0)

Les éléments disposent d'adresses privées. Le routeur/pare-feu se charge de leur attribuer des adresses publiques et d'appliquer une « politique » de sécurité.

4.2.5 Application de supervision pour IHM de type OP177 de chez Siemens

Avec les SIMATIC TP 177B et OP 177B, nous pouvons disposer aujourd'hui de pupitres graphiques économiques d'entrée de gamme (350€ TTC logiciel compris pour les Universités). Ces pupitres basés sur Windows CE avec 256 couleurs ou 4 niveaux de bleu se déclinent en différentes variantes et se prêtent à une multitude d'applications. Grâce notamment à l'outil de configuration innovant SIMATIC WinCC flexible et à l'interface Profinet.

Les points forts du produit :

- disponible avec 256 couleurs ou 4 niveaux de bleu,
- clavier à membrane et écran tactile (5,7" / 320 x 240),
- tampon de messages non volatile (sans pile, donc sans entretien),
- touches de fonction configurables en tant que touches système et touches directes,
- processeur RISC et mémoire utilisateur 2 Mo plus mémoire de recettes intégrées,
- interface PROFIBUS embarquée, interface Profinet IO (12 Mbits/s), 1 x RS 232, 1 x RS 485 max,
- ...

4.1.1 Organisation des « pages écran » de l'IHM

L'objectif, n'est pas de développer un ensemble complexe mais de montrer les fonctionnalités de base sur des échanges respectant la notion de client/serveur (Voir figure 6). Ces pages ont été développées sous l'environnement Wincc Flexible 2005.

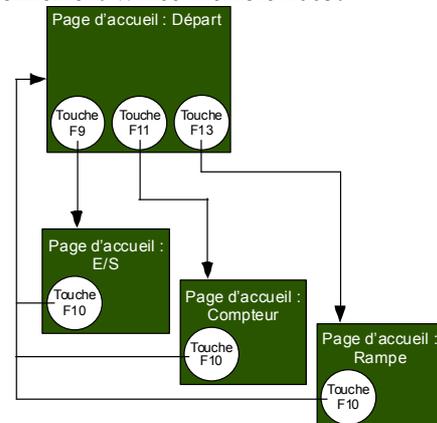


fig 6 : Organisation des "pages écran" des IHM

Le cliché ci-dessous nous montrent le détail des pages réalisées. La page « E/S » permettra d’animer des objets graphiques en fonction de l’état logique des entrées/sorties tout-ou-rien (TOR) de l’API. Elle permettra également sur deux champs numériques d’indiquer les valeurs des entrées analogiques de l’API. L’IHM pourra incrémenter et remettre à zéro une valeur numérique dans l’API à l’aide des touches fonctions déclarées F1 et F2 dans la page « Compteur ». La page « RAMPE » permettra de gérer une rampe résultat d’un traitement numérique sur l’API.

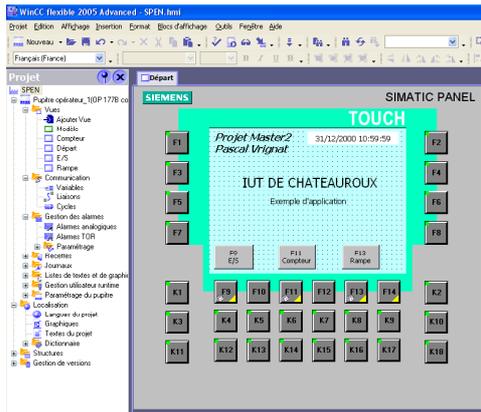


photo 3 : Exemple de page écran sur l’IHM

4.1.2 Accès délocalisés à l’application avec le service Sma@rtAccess

Au préalable et avant de se « lancer » dans l’utilisation de ce service, nous avons vérifié à l’aide de commandes simples (Ping) les liens entre adresses IP et vu le contenu des trames en utilisant des logiciels comme :

- Ethereal (Logiciel libre),
- NetAsyst (Version d’évaluation 12 jours).

Attention toutefois, dans le cas de configuration Ethernet commuté avec des switches non administrables, ceci n’est plus possible et il faut alors intégrer un segment non commuté avec un hub pour y raccorder le poste « sniffer ». Ceci ne crée pas de perturbation majeure étant donné que l’analyse peut être totalement passive, ne générant aucun trafic supplémentaire sur le segment de réseau observé.

Nous avons également attaché énormément d’importance à la gestion des différents mots de passe en respectant les directives du CERTA (Centre d’Expertise Gouvernemental de Réponse et de Traitement des Attaques informatiques).

Exemple de stratégie de mot de passe utilisé :

- la phrase « J’ai acheté huit cd pour cent euros cet après midi » deviendra **ght8CD%E7am**.

Cette dernière partie, fait un point sur la possibilité d’accéder à une IHM depuis un ordinateur connecté à Internet (Voir figure 7).

Réaliser à distance le téléchargement d’une application de ce type n’est pas sans risque pour le process

concerné. Cette démarche impose de respecter les principales recommandations suivantes:

- minimiser les télémaintenances au strict nécessaire,
- toujours les contractualiser,
- créer un portail de contrôle d’accès,
- indépendamment des moyens de connexion,
- authentifier individuellement chaque « télémainteneur »,
- ouvrir le flux après l’authentification réussie,
- journaliser les connexions,
- recopier si possible la session complète des informations qui remontent à l’extérieur.

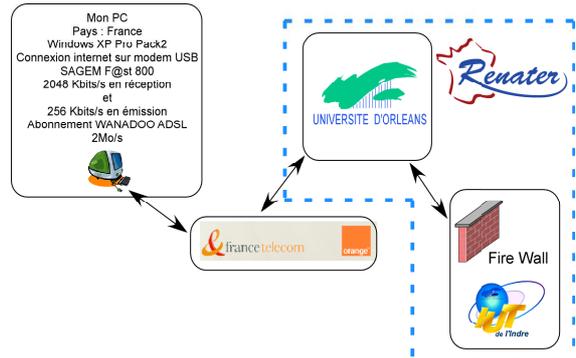


fig 7 : Le parcours entre mon PC et une IHM passant par le réseau Renater

Le routage de l’adresse IP (public) de mon PC étant effectuée vers une adresse privée de l’IUT (exemple une IHM), nous avons pu effectuer un « upload de l’application ». Au préalable, la commande « tracer » pourra nous permettre de vérifier le cheminement de la connexion sur internet.

4.1.3 Accès délocalisés à l’application avec le service Sma@rtService

Sm@rtService permet de réaliser la télémaintenance de pupitres opérateur pour une assistance via Internet :

- téléconduite via internet/intranet,
- téléconduite d’un système IHM au moyen d’internet explorer,
- accès aux informations d’assistance et de maintenance,
- mise à disposition de pages HTML standard sur le système IHM avec des informations d’assistance et de maintenance ainsi que des fonctions de diagnostic,
- assistance par email (envoi d’email sur la base d’alarmes et d’événements).

Nous présentons les résultats obtenus relatifs à des essais sur notre Intranet (VLAN3 voir figure 3). Il est à souligner que ces résultats obtenus sur le réseau Intranet pourraient être identiques aux résultats obtenus sur un réseau d’entreprise en appliquant une « politique » similaire dans les droits d’accès et les passerelles. Ces services sont disponibles, également, via Internet. C’est d’ailleurs ce qui fait leur « force » !

Les configurations préalables ayant été déclarées, nous pouvons accéder aux services d’une IHM connectée au réseau via un navigateur Internet (Figure

8) en ayant franchi au préalable les barrières des différents mots de passe.

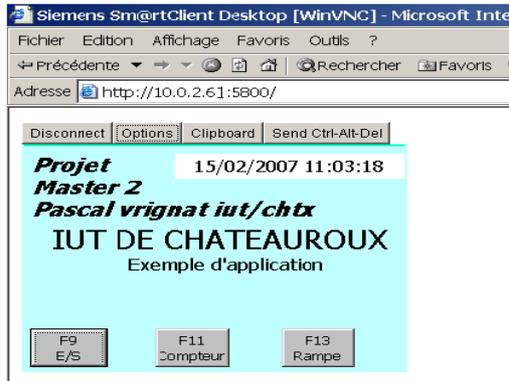


fig 8 : Accès à l'application de l'IHM via un service Web

Une fois la connexion effectuée l'application est accessible sur le navigateur web via des fonctions «applet JAVA». Par exemple, l'agent de maintenance «prend la main» sur l'IHM de l'opérateur. Mais réciproquement, l'agent de maintenance verra ce que l'opérateur fait sur son IHM.

5 CONCLUSION

L'évolution des moyens de communications et la fiabilité de ceux-ci a modifié radicalement la conception des systèmes automatisés. La tendance actuelle est d'utiliser des supports de communication générique tel que Ethernet depuis la connexion d'un capteur jusqu'au réseau de bureautique. De nombreuses solutions commerciales existent pour permettre une interconnexion entre ces différents niveaux. La totalité des niveaux de la pyramide CIM peut s'interconnecter et permet d'offrir de nouveaux services comme nous l'avons vu dans ce document.

L'approche « Sm@rtService » permet d'envisager le développement des applications sous un nouvel angle avec de nouvelles perspectives. Lors de la conception du système, il est possible de prévoir une maintenance délocalisé, une mise à jour simplifiée à condition de la prévoir dès la mise au point du système. Par exemple, dans les situations critiques, la station sur site peut réagir à certains événements et envoyer des emails ou des SMS au personnel de maintenance.

Comme le montre cet article, de nombreux points sont présentés aux étudiants relevant de cette problématique. Parmi les différents axes complémentaires abordés avec les étudiants on pourra retenir :

- Emplois de notions classiques d'automatismes,
- la possibilité d'accès à des contrôles simples de données relevant de connexions via des lignes de commandes dans « l'invite » de windows,

- l'accès et la vérification d'un contenu numérique sur une trame de type Ethernet TCP-IP,
- la mise en place d'une politique de gestion des mots de passe,
- le routage des adresses IP avec des droits alloués par le RSSI (Responsable de la Sécurité des Systèmes d'Information),
- les avantages d'une mise en oeuvre d'un switch administrable,
- les différences entre HTTP et HTTPS,
- la gestion des applets java,
- les notions de « temps réel » sur Ethernet,
- l'utilisation de OPC XML,
- l'accès aux données relevant du terrain dans les applications du « monde windows ».

Bibliographie

V. Baudouin, K. Drira, T. Villemur, and S. Tazi. Une approche synchrone pour une télé-expertise distribuée. In MFI 2001, Baden Baden, Germany 2001. IEEE.

f. Grzesiak . Maintenance et Automatismes, Article j3e, Mai 2006.

J. Roure : La révolution dans la réduction des coûts de coordination et de transaction, Février 2002.

Le marché du M2M en passe d'exploser d'ici 2010 !, Article Journal du Net, Juin 2005.

C. Beltrami, e-maintenance : Possibilités actuelles et perspectives, Conférence A3SI, Octobre 2005.

E. Bajic , Protocoles TCP-IP et Modbus-TCP , Analyse de Trafic Ethernet-IP, Ecole de Printemps IUT Génie Electrique & Informatique Industrielle, Nancy, Mars 2006.

SIMATIC NET CP IT Programming Tips.

SIMATIC NET CP IT Instructions.

Advanced Industrial Automation. Production zéro défaut dans l'industrie automobile, OMRON, BRL_AUTO_MS-FR02_0105.

<http://www.certa.ssi.gouv.fr>

<http://www.club-mes.com>

http://www.univvalenciennes.fr/GDRMACS/groupes_details.php?gt=MACOD

<http://pascal.ajoux.free.fr/ars4.htm>

<http://www.education.gouv.fr/botexte/bo010920/MENS0101867A.htm>