



HAL
open science

UNE NOUVELLE APPROCHE DE LA MAINTENANCE ” ON-LINE ” : UN CAS D’ECOLE

Pascal Vrignat, Stéphane Begot, Florent Duculty, Manuel Avila

► **To cite this version:**

Pascal Vrignat, Stéphane Begot, Florent Duculty, Manuel Avila. UNE NOUVELLE APPROCHE DE LA MAINTENANCE ” ON-LINE ” : UN CAS D’ECOLE. 2008. hal-00602847

HAL Id: hal-00602847

<https://hal.science/hal-00602847>

Submitted on 23 Jun 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNE NOUVELLE APPROCHE DE LA MAINTENANCE

« ON-LINE » : UN CAS D'ECOLE

P. VRIGNAT, S. BEGOT, F. DUCULTY, M. AVILA

Institut PRISME, IUT de l'Indre

2 Avenue F. Mitterrand, 36000 CHATEAUROUX

RESUME

Dans le cadre d'une nouvelle approche de la maintenance, nous présentons un système d'information actif permettant de faciliter les actions d'un personnel de maintenance. La plupart des actions de maintenance sont déclenchées par les responsables de production qui, suite à un incident, font appel au service approprié. Toutefois, les responsables en question, n'ont pas toujours la capacité à formuler « correctement » la nature du problème, ce qui peut conduire à des délais plus long que nécessaire pour la prise en charge du problème.

Notre démarche consiste à mettre en place une architecture permettant au personnel de maintenance de disposer d'information de terrain pour caractériser précisément la nature de l'incident et ainsi limiter ses déplacements pour apporter un remède ou proposer de nouvelles mesures ou observations. Dans ce cadre, nous proposons un système basé sur une infrastructure réseau Ethernet, se finissant par une couverture wifi permettant à un assistant numérique (PDA) d'être connecté à une base de connaissance en liaison avec le « terrain ».

La mise en place d'un prototype a été réalisé dans le cadre d'un projet tutoré d'étudiant de DUT GEII. Ce prototype permettra de disposer d'une plateforme d'essais pour les activités de recherche en e-maintenance développées à l'IUT. Nous montrons par ce biais, qu'il est possible d'impliquer des étudiants de niveau L2, dans une activité de recherche à condition de cibler précisément ses objectifs. Finalement, nous présentons un système, utilisant la même technologie, ayant été implanté dans une entreprise montrant ainsi les possibilités de transferts technologiques de ces solutions et donc l'intérêt industriel de ce type de dispositifs.

Mots clés : maintenance, PDA, collecte d'informations, supervision, relation pédagogie-recherche au niveau L2

1. INTRODUCTION

Les systèmes automatisés actuels proposent de plus en plus souvent des modules qui communiquent. La plupart de leurs constituants utilisent un coupleur réseau pour s'interconnecter avec leur environnement proche ou distant. Des concepts comme le M2M (Machine to Machine) sont de plus en plus utilisés pour la conception de machines [1].

L'interconnexion de ces systèmes a favorisé la planification de différentes fonctions de ces systèmes et notamment la fonction de maintenance. Grâce à ces outils, de nouvelles approches de cette fonction maintenance ont vu le jour. Certaines de ces approches consistent à planifier de façon optimale cette maintenance afin de réduire le temps d'arrêt des systèmes [2]. D'autres tentent de diagnostiquer les défauts, avant que ceux-ci immobilisent le système de production [3], [4] en analysant en temps réel certains paramètres caractéristiques. Mais cette capacité de communiquer des systèmes offre un avantage fondamental pour la fonction maintenance. En effet, grâce à cette communication, il devient possible d'effectuer une ou partie de cette maintenance à distance, d'établir un diagnostic ou au moins de jauger la nature d'un éventuel problème, sans se déplacer et donc en réduisant le temps d'intervention.

Cela fait quelques années que nous ressentons le besoin de mise en place de ces méthodes dans le milieu industriel. C'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail.

Il consiste à replacer cette maintenance assistée dans son contexte. Par la suite, nous vous décrirons une maquette, mise en place à l'IUT pour des activités pédagogiques et de recherche, que nous avons équipée de nouvelles fonctionnalités de prise en main à distance. Enfin, nous terminerons par une expérience d'application industrielle pour ces types de matériels et de méthodes.

1 NOTIONS DE "E-MAINTENANCE"

Imaginons une photocopieuse implantée dans une entreprise. Cette entreprise a fait le choix, depuis quelques temps, de focaliser ses activités vers le cœur de son métier et de déléguer un certain nombre de services auprès de sous traitants spécialisés. Cette entreprise a donc signé un contrat de photocopies avec un prestataire. L'entreprise étant sur un site légèrement isolé, le prestataire a fait le choix d'un appareil communicant capable de l'informer automatiquement des actions d'entretien ou de maintenance nécessaires (figure 1).

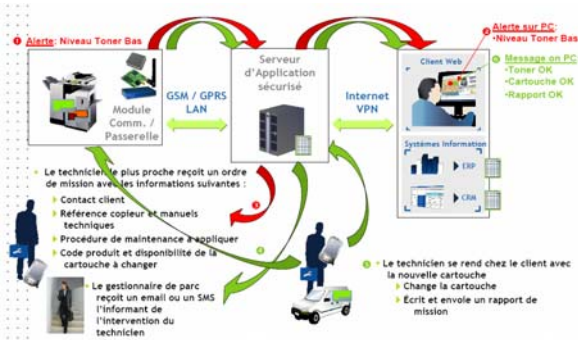


Figure 1 : Exemple d'une application M2M complète

Les actions à effectuer sur le photocopieur ne sont pas forcément des actions de maintenance, mais plus généralement des remises à niveau de réservoirs (encre, agrafes, ...) ou de nettoyages. Cependant, il se peut que le photocopieur intègre des fonctions d'autodiagnostic lui permettant de « prévoir » l'arrivée d'une panne. Dans ce cas, l'appareil informera le gestionnaire de la nécessité d'une intervention avec des précisions sur les références éventuelles des pièces à changer.

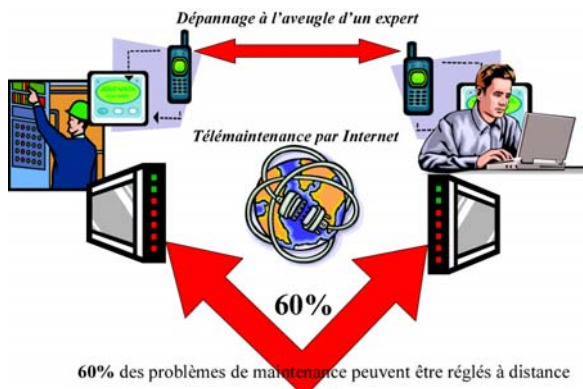


Figure 2 : Nouvelle pratique de la maintenance

De façon plus générale, l'entreprise s'étant spécialisée dans son métier, a décidé de sous traiter sa maintenance. Si l'entreprise possède de nombreux outils de production sur son site, le prestataire fera probablement le choix de mettre à disposition sur le site un nombre suffisant de personnels de maintenance. Si le nombre d'outils est trop faibles, il est difficile de mobiliser du personnel à plein temps sur site. Dans ce cas, plusieurs démarches sont possibles :

- Appeler la maintenance lorsque l'on a connaissance d'un dysfonctionnement. Cela induit un certain temps de réponse pour l'action de maintenance.
- Prévoir des visites préventives de maintenance. Cela suppose une bonne connaissance de l'outil de production pour choisir correctement les périodes d'intervention. [5]

- Agir sur demande de l'outil de production. Cela suppose que l'outil dispose de prédispositions lui permettant de s'autodiagnostiquer. [3][4]
- ...

Ces différentes démarches sont souvent complémentaires.

La e-maintenance regroupe les démarches ou actions exploitant les nouvelles capacités communicantes des constituants de systèmes automatisés.

La maintenance préventive suppose que l'on dispose de suffisamment de recul sur les outils de production pour anticiper les pannes. Plusieurs modélisations permettent d'estimer la « durée de vie » d'un composant [6][7][8]. Lorsqu'elle se pratique à volume constant (aspect quantitatif), il est envisageable d'améliorer la disponibilité de l'outil de production en optimisant la planification de cette maintenance préventive. En intégrant la gestion des arrêts volontaires de production, on peut alors parler de maintenance opportuniste.

2. PROJET : ETUDE DE FAISABILITE

Dans le contexte d'un projet de 2^{ème} année de DUT GEI¹, nous avons proposé à nos étudiants d'étudier la faisabilité d'un système qui "permettrait à un agent de maintenance distant de disposer d'information en temps réel sur un ou des outils de production".

Pour servir de support technique à cette étude, nous avons choisi un API² Siemens connecté sur le réseau étudiants à disposition à l'IUT. Afin de visualiser les états du système il dispose de 7 IHM³ Siemens OP177 connectées elles même sur ce même segment réseau. Il est à noter que ce matériel est dans une salle informatique au milieu d'ordinateurs en libre accès. Cette salle est connectée au reste du réseau de l'IUT par un switch (figure 3).

Ce travail devait être mené par trois étudiants sous la tutelle de deux encadrants. Son objet était de permettre à un opérateur de visualiser l'état de l'API Siemens (certaines variables prédéfinies) ou des IHM sans être pour autant à proximité de l'automate. Cet agent devait pouvoir se connecter par Wifi au segment réseau de l'IUT afin de visualiser les données de l'API, le superviser avec la possibilité de le piloter .. et cela en toute sécurité

Nous avons fait le choix d'un certain nombre d'éléments, soit par obligation (le matériel disponible

¹ Génie Electrique et Informatique Industrielle

² Automate Programmable Industriel

³ Interface Homme Machine

sur le site), soit par spécification (PDA⁴ de type pocket PC avec connexion wifi).

Pour le développement, nous avons à disposition les version mobile et fixe de WINDEV XI de PC-Soft[11], c'est pour cela que nous avons utilisé cet environnement de programmation pour le développement de ce projet.

A partir de ces choix, l'objectif principal était de montrer la possibilité d'interopérabilité entre l'automate, les IHM opérateurs, le PDA et accessoirement une base de données. Nous devons mettre en évidence les temps de latence de ces échanges afin de garantir le temps de réponse (puisque nous utilisons un réseau Ethernet non propriétaire du point de vue de l'automate).

Sous jacent, il y avait comme objectif secondaire de montrer que cette interopérabilité pouvait être réalisée en toute sécurité, que ce soit au niveau des données transmises par l'automate, aussi bien au niveau de l'automate lui même puisque l'agent distant aurait la possibilité de le piloter.

3. ARCHITECTURE COMMUNICANTE

3.1. Structure réseau

Cette structure (figure 3) est assez classique. Nous retrouvons donc notre API Siemens avec ses 7 IHM⁵ reliées par un switch standard au VLAN GEII de l'IUT. Sur ce VLAN, nous retrouvons aussi la borne wifi, mise en place pour cette occasion, ainsi que l'ordinateur "fixe" REGION02 chargé de la transmission des données vers le pocket PC.

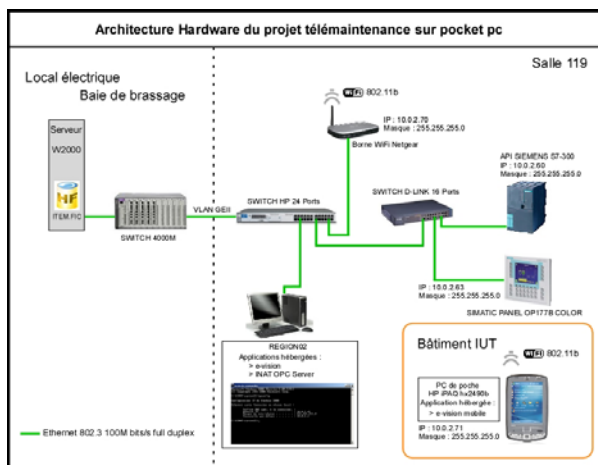


Figure 3 : architecture réseau

⁴ personnel digital assistant
⁵ Interface Homme Machine

3.2. Structure logicielle

Du point de vue logiciel, nous trouvons un certain nombre d'applications. Les applications du serveur et des IHM étaient déjà en place[9] donc nous ne nous attarderons que sur l'application dite "locale" du PC fixe et sur l'application mobile (figure 4).

L'application locale devait pouvoir s'interfacer avec l'API pour récupérer ou modifier ses données. Nous avons donc mis en place un serveur OPC adapté à cet API Siemens. Par la suite, et c'est un choix technologique, il a été développé sur ce même PC une application cliente du serveur OPC sous Windev XI (baptisée e-vision par nos étudiants) capable de manipuler ces données afin de servir l'application mobile. Comme nous étions dans le cadre d'une étude de faisabilité nous avons simplement utilisé une base de données de type HyperFile, le mode natif de windev (figure 5).

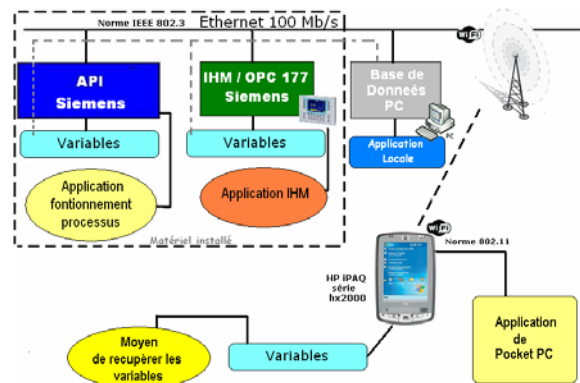


Figure 4 : architecture réseau et logiciel

Au niveau du PDA, il a été implanté un programme capable de dialoguer avec la base de données Hyper File via la connexion wifi. Nous ne rentrerons pas plus avant dans les détails des applications mais nos étudiants avaient atteint leurs objectifs sous notre tutelle, nous pouvions contrôler à distance l'API et les IHM.

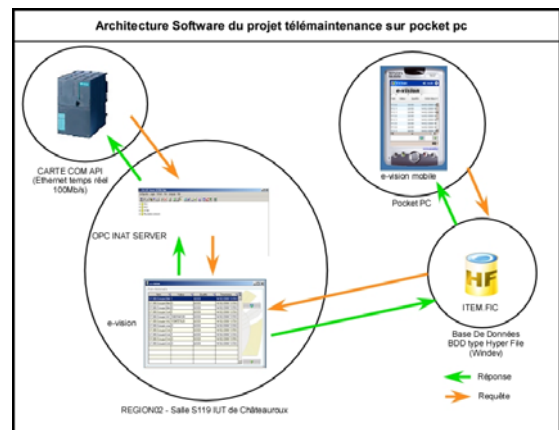


Figure 5 : architecture logicielle

3.3. Bilan de l'expérience

Nous n'avions que des ambitions restreintes pour cette première aventure mais nous souhaitions mettre en évidence tous les problèmes possibles de ce genre de structure. Le dialogue bi-latéral a été établi même si nous nous sommes contentés de peu de variables. L'objet était de vérifier la faisabilité et la robustesse. Les temps de latence du système (délai entre l'émission d'un symbole du côté API et sa réception du côté du PDA) reste compatible avec nos objectifs d'IHM distante (de l'ordre de 1 à 2 secondes). Du point de vue de la sécurité (fiabilité) du système, les méthodes classiques ont été utilisées (adresse mac, clé wep, identificateur réseau, gestion des mots de passe...)[10] Il nous restera à évaluer la robustesse de celle ci.

Fort de cette expérience, nous pourrons aller plus loin en concevant une véritable IHM mobile. Nous envisageons aussi d'améliorer les temps de réponse du système. Mais les améliorations les plus importantes à réaliser sont l'archivage des évènements ainsi que l'accès interactif à ces archives (Courbes , moyennes ...) afin de servir de sources d'informations dans le cadre d'une thèse sur la e-maintenance.

4. APPLICATION INDUSTRIELLE

L'idée d'utiliser un système portable à base de terminal Psion (famille WorkAbout) fut une première approche pour la société Arc international. Cette grande usine productrice d'objets en verre consomme énormément d'énergie et la préoccupation de notre partenaire était de caractériser cette consommation. Il est à noter aussi que la production se fait 24h/24 et 365 jours par an.

Pour établir ce diagnostic, il lui fallait disposer d'informations suffisamment précises sur les consommations énergétiques (électricité, gaz, eau) en fonction de la quantité produite par les machines. Le responsable de production rencontrait un problème de récupération de ces informations car les capteurs sont répartis sur le site de l'usine. Le parcours d'un agent de maintenance pour récupérer celles ci prend plusieurs heures et ces parcours ne sont pas réalisés à chaque fois par le même agent.

Les informations étaient jusqu'à lors collectées sur papier et le responsable de production ne maîtrisait pas la datation de ces mesures ni les aléas de lecture. Il n'avait pas de moyens fiables pour corréler des informations de consommation d'énergie, d'état de production et d'état du système de production. Par la suite, il fut mis en évidence que l'agent ne maîtrisait pas forcément l'historique lors de sa mesure liée au système dans son état actuel.

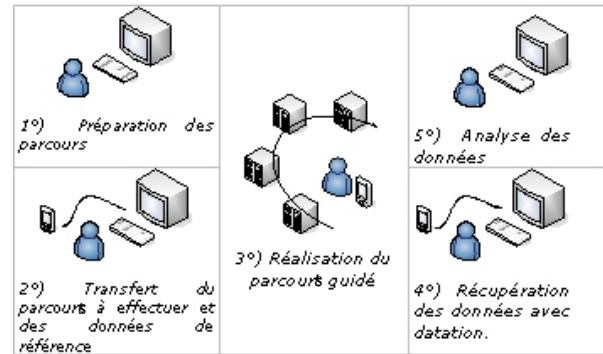


Figure 6 : étape d'acquisition d'informations

Suite à un exposé de nos méthodes de collectes mobiles, une première solution a été étudiée lors du projet d'étude de deux étudiants de licence professionnelle ARI⁶.

La solution envisagée était sur une base similaire même si le PDA devenait un terminal portable Psion, plus adapté aux milieux hostiles et surtout plus facile d'utilisation dans un contexte industriel.

La première fonction de base de ce système est la collecte des informations sur terminal portable.

L'agent souhaitant réaliser un parcours dans l'usine charge celui ci dans le terminal portable depuis un ordinateur fixe (étape 2) qui aura été convenablement préparé par le responsable de production (étape 1). Par la suite, l'agent suit les instructions de parcours qui s'affichent sur l'écran du terminal (étape 3). A chaque étape de ce parcours, il doit procéder à des mesures, lectures ou tests spécifiques. Le programme du terminal portable guide l'agent dans son parcours, l'informe des risques, affiche la mesure à réaliser et enregistre cette mesure en la datant précisément. La grande nouveauté pour ces parcours est que, suivant ces observations, le programme du terminal peut dérouter l'agent vers des tests annexes ou plus simplement lui proposer des alertes.

Une fois revenu à sa base dans l'usine, l'agent dépose le terminal sur son support. Les données collectées par l'agent, via le terminal, sont chargées sur un ordinateur fixe qui archivera ces informations (étape 4). Les données étant parfaitement datées, il a été possible de mettre en oeuvre un certain nombre d'autres applications, pour réaliser des historiques, des prévisions et des analyses (étape 5).

L'utilisation de cet historique a rapidement mis en évidence l'intérêt d'une estimation des mesures à réaliser. En effet, une fonctionnalité supplémentaire a été implantée lors de l'initialisation du parcours dans le terminal. L'agent a maintenant la possibilité de connaître la valeur qu'il "devrait" lire afin d'éviter des erreurs de saisie, d'intercepter en direct des anomalies

⁶ Automatismes Réseaux Internet

dans le système, de fournir des informations pour donner des alertes.

Evidemment, à ce jour, la communication entre le terminal et le système informatique n'est pas continue comme pour l'application de l'API Siemens, décrite au chapitre précédent, mais c'est une première étape.

Il faut encore rendre robuste cette application afin d'en exploiter toutes les facettes. L'étape suivante pourrait-être un suivi en temps réel de ces mesures afin que le responsable de production dispose de ces informations en temps réel.

Cependant, la difficulté, lors du rapatriement massif des données, est de mettre en place une analyse pertinente de cette masse rapidement colossale de données.

Notre démarche de mise en place progressive d'outils de collecte devrait permettre de se focaliser sur les mesures dites sensibles ou pertinentes et éventuellement d'envisager une collecte automatique avec des alarmes adaptées.

Aujourd'hui dans le cadre de ce partenariat industriel, nous avons, à demeure à l'IUT, un système complet (avec module wifi en plus) clonant l'application de l'industriel. Ce système n'a rien coûté à notre IUT, grâce à une aide Oséo-Anvar pour ce projet, que ce soit au niveau logiciel que matériel, et il nous place en position de proposer des solutions voisines à d'autres entreprises et surtout nous permet, dans le cadre de notre mission de transfert technologique, de montrer à des industriels "frileux" la faisabilité à moindre coût de ce type de système. Enfin il ne faut pas oublier que la présence de ce matériel à l'IUT permet à nos étudiants de développer leur culture technologique des systèmes portables communicants (l'acquisition d'un terminal portable industriel à plus de 1900 euros n'aurait pas été imaginable).

Pour information, les applications fixes ont été développées avec WINDEV XI et l'application mobile avec WINDEV mobile XI. Les terminaux portables utilisés chez Arc international et à l'IUT sont de la famille Workabout pro sous Windows CE 5.0.

5. CONCLUSION

Nous avons montré l'interopérabilité entre un automate, des consoles opérateurs et un système mobile. Nous avons maintenant une meilleure appréhension des caractéristiques en termes de temps de réponse et de sécurisation de ces systèmes suivant les choix technologiques.

Le projet en partenariat avec la société Arc-International est opérationnel et répond à ce jour aux exigences de la production. Cette réussite est fortement

liée aux acteurs de terrains (électriciens et chaudronniers) qui se sont investis dans ce projet et ont donc été consultés tout au long de son déroulement. Une des retombées positives est l'appropriation de ces nouvelles technologies par ces personnels. Ils sont ainsi devenus demandeurs et se présentent aujourd'hui en force de proposition pour de nouvelles fonctionnalités.

Au delà de la présentation de technologies innovantes, nous voulions montrer une expérience de coopération pédagogie-recherche dans le cadre d'une plate-forme automate. Cette activité recherche, dans un IUT isolé, est ainsi conduite avec et pour nos étudiants. "AVEC" puisqu'il participe à l'implantation d'une telle plate-forme où les activités de recherche de notre collègue pourront être implantées, et "POUR" car le résultat de ce travail est déjà utilisé dans le cadre de TP d'automatismes.

Cette expérience, nous servira de vitrine pour notre savoir-faire auprès du monde industriel et nous permettra de remplir notre mission de transfert technologique.

Une action récente de la CCI⁷ de l'Indre sur les consommations énergétiques des entreprises nous permet d'envisager de nouveaux partenariats comme celui avec ARC, qui est précurseur dans le domaine.

Le prochain salon des entreprises de l'Indre sera pour nous l'occasion de démontrer notre savoir-faire dans le domaine.

Références Bibliographiques

- [1] <http://2008.salon-mtom.fr/>
- [2] Thomas E., Levrat E., Iung B., Monnin M., 'Odds algorithm'-based opportunity-triggered preventive maintenance with production policy, 6th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes, Safeprocess'06
- [3] I.Y. Önel, I. Senol, M.E.H. Benbouzid, H. Mangel et A. Mamoune, Détection et Diagnostic de Défauts Roulements dans un Actionneur Asynchrone par Réseaux de Neurones Basés sur la Transformée de Park, CNRIUT 2006
- [4] Chetouani Y., Diagnostic des défaillances dans les systèmes dynamiques non-linéaires: Application à un réacteur chimique, CNRIUT 2006
- [5] R. Dekker, "Applications of maintenance optimization models : a review and analysis", pages 229-240, volume 51, Issues 3, Reliability Engineering and Safety Journal, March 1996.

⁷ Chambre de Commerce et de Industrie

[6] S. Martorell, A. Sanchez and V. Serradell, "Age-dependent reliability model considering effects of maintenance and working conditions", Reliability Engineering and System Safety, 64(1), pp. 19-31, 1999.

[7] P. Vlok, J. Coetzee, D. Banjevic, A. Jardine and V. Makis, " Optimal component replacement decisions using vibration monitoring and the proportional-hazards model" , Journal of the Operational Research Society, 53, 193-202, 2003.

[8] G. Zwingelstein, "Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels complexes", Revue ISSN 1632-3831, 1999.

[9] P VRIGNAT, M AVILA, JC BARDET
"Contrôle Commande et Supervision.
Formation et développement in situ et à distance."
Gesi n°70 - 2007

[10] Rapport de Master Recherche de P. Vrignat
Université d'Orléans 2007
" Modélisation des dysfonctionnements d'un système
dans le cadre d'activités de maintenance"

[11] <http://www.pcsoft.fr/>