

# Suivi de production d'un système de conditionnement de bouteilles dans le cadre du thème : Industrie du futur

*Mini-Projet – HEI Ecocampus – de Châteauroux*

*Internet des objets industriels*

Pascal VRIGNAT\*

\*Maître de Conférences, Laboratoire de Recherche PRISME (EA 4229), Université d'Orléans, IUT de l'Indre - site de Châteauroux, France.  
(Tél : +33(2) 54082550; e-mail: pascal.vrignat@univ-orleans.fr)

---

Mots clés : suivi de production, industrie du futur, monitoring, SMS, messagerie industrielle, OPC DA, clients OPC.

---

**RESUME** : *Depuis quelques années, une des thématiques de recherche développée dans le laboratoire PRISME en collaboration avec des partenaires industriels locaux concerne l'estimation du niveau de dégradation d'un processus à l'aide d'un Modèle de Markov Caché (MMC) à partir des informations issues du service de maintenance. Pour cela, l'accès aux données associées à un processus en ligne, à un instant "souhaité", et la sélection des informations les plus pertinentes dans un volume toujours plus important sont nécessaires et utiles pour le développement d'une entreprise. Dans le cadre de la collecte des informations à partir d'un réseau informatique industriel multicouches et de l'utilisation d'outils logiciels appropriés, nous avons mis en place au sein de nos formations un module intitulé "Supervision". Ce module aborde entre autres, les problèmes rencontrés autour d'un serveur OPC<sup>1</sup> et la connexion au processus à surveiller par différents utilisateurs à partir de technologies diverses. Ce mini-projet propose de nombreuses pistes de travail dans le concept de l'usine du futur ou industriel 4.0.*

## 1. INTRODUCTION

Dans le contexte économique actuel, les entreprises de biens et de services essayent d'apporter des solutions en matière de prospection autour de leurs outils de production. Certaines entreprises comme par exemple, EDF, Total, Michelin, Orange ou la SNCF tentent de se fédérer afin de mener ensemble, une réflexion prospectiviste. A ce titre, nous pouvons citer EXERA (Association des Exploitants d'Equipements de Mesure, de Régulation et d'Automatisme) qui depuis sa création en 1974 par le ministère de l'industrie, regroupe des industriels de domaines variés (énergie, transport...). Cette

---

<sup>1</sup> OPC : [6] OPCFOUNDATION., <https://opcfoundation.org/>. : OPC est similaire à DDE (Dynamic Data Exchange) dans l'objectif de faire communiquer de façon transparente différents systèmes ou applications. Dans ses performances, OPC surclasse de loin DDE (contrôle de la qualité des échanges, gestion des erreurs de communication...) qui n'a jamais connu de véritable essor dans le monde industriel. De plus, OPC permet de gérer de façon simple des architectures réseau "Client-Serveur" grâce à des mécanismes natifs dans Windows 95/98/NT : OLE (Object Linking and Embedding), COM (Component Object Model), DCOM (Distributed Component Object Model).

association apporte à ses membres, une aide pratique concernant par exemple, des orientations de solutions techniques à adopter en fonction d'un besoin spécifique. D'autres entreprises mènent cette réflexion en interne. Bonduelle, par exemple, a mis en place une réflexion sur ce que sera l'alimentation végétale en 2025. De nombreux indicateurs nous montrent que nous sommes à l'aube d'une révolution majeure, porteuse de nombreuses innovations et créatrice d'une nouvelle dynamique de marché. Plusieurs termes peuvent nommer cette révolution [9] : "Cyber-Usine", "Usine digitale", "Integrated Industry", "Innovative Factory" ou "Industrie 4.0". Le moyen pour y parvenir impliquera obligatoirement les technologies de l'Internet dans un processus de fabrication [10] (Fig. 1). Des objets communicants et autonomes viendront se greffer à la "toile" pour créer un écosystème informationnel utilisant le concept de l'"Internet des objets" ou "Internet of Things (IoT)".

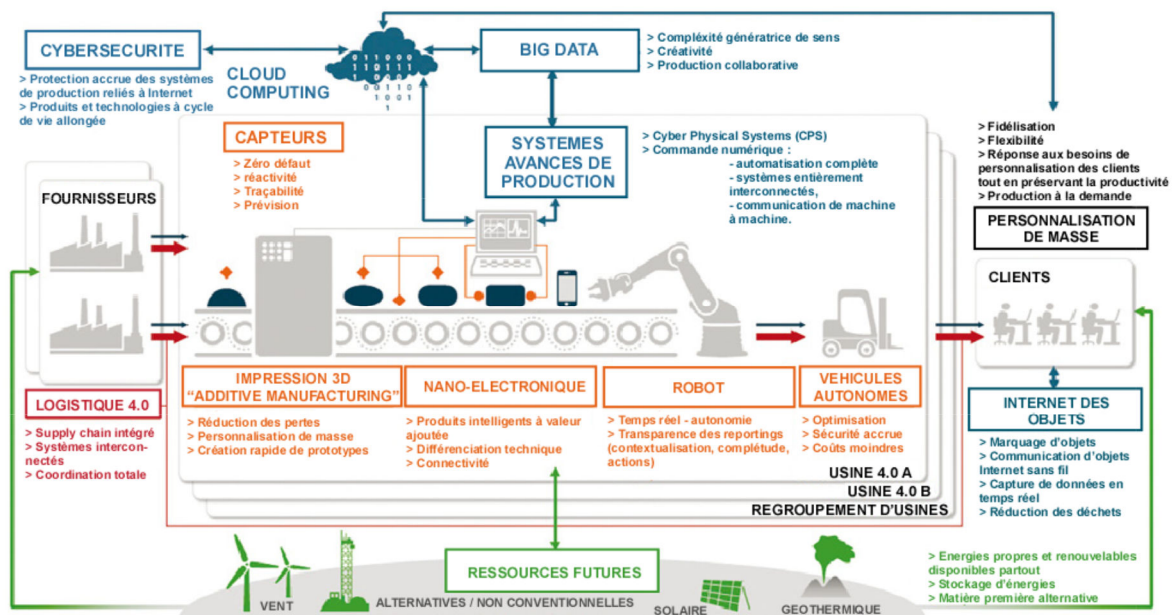


Fig. 1 : Les évolutions qui vont progressivement conduire à l'émergence de l'industrie 4.0

Cette révolution technologique n'est pas sans impact sur nos modèles de pensée et les enseignements que nous devons distiller devant des étudiants de licence de deuxième année à master deuxième année. Ce document se décompose en deux sections. Dans la première section, je propose un rapide historique concernant l'évolution de l'industrie pour aboutir à l'industrie 4.0. Dans la seconde section, je vous propose quel sera l'objet de votre mission.

## 2. LES REVOLUTIONS INDUSTRIELLES

La première révolution industrielle repose sur le charbon, la métallurgie, le textile et la machine à vapeur. A la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle (début du XIX<sup>ème</sup> siècle), arrivent la première machine à tisser mécanique avec moteur hydraulique, le premier essai d'une locomotive à vapeur (1804)... La deuxième révolution industrielle a démarré à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Elle trouve ses fondements dans l'électricité, la mécanique, le pétrole, les premiers moyens de communication : le télégraphe et le téléphone. Parallèlement à cette époque, Frederick Taylor invente en 1911, le taylorisme, et Henry Ford instaure le montage à la chaîne sur les lignes de production. La troisième révolution industrielle se produit au milieu du XX<sup>ème</sup> siècle, avec une dynamique liée à l'électronique, les télécommunications et l'informatique. Avec l'électronique, c'est l'arrivée du transistor et du microprocesseur. A cette période, deux produits ont impacté la production industrielle : le robot (1959) et l'automate programmable industriel (1968). Ces deux technologies ont été créées par des Américains (Georges Devol et Joseph Engelberger pour le

robot, Richard Morley pour l'Automate Programmable Industriel (API)). La quatrième révolution industrielle prend forme sous nos yeux [4], (Fig. 2). Nous pouvons la résumer par la numérisation poussée à l'extrême dans "un monde technologique intelligent : The Smart World". Le terme "Smart" sera employé dans tous les domaines : production énergétique, véhicule, bâtiment... Avec l'industrie 4.0, il y aura une interaction entre les produits fabriqués et les machines. Cette interaction sera d'autant plus opérationnelle et fiable, que l'acquisition des données provenant du terrain en temps réel sera robuste.

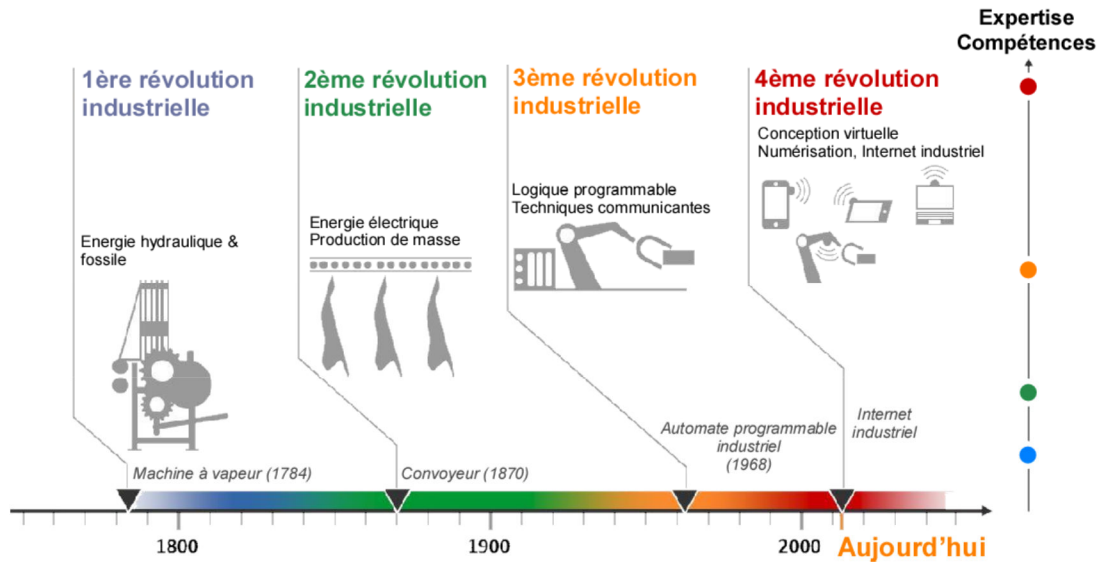


Fig. 2 : Evolution des révolutions industrielles à horizon 2020

Notre environnement deviendra "cliquable" dans un système global interconnecté (concept M2M<sup>2</sup>). Un produit vendu sera personnalisable. Il pourra communiquer avec les machines dans sa phase de réalisation avec des étiquettes électroniques. Cette rupture organisationnelle consistera à façonner des unités de production autonomes et intelligentes. Les capacités de décision et l'intelligence des processus de production seront déportées.

Nous vivons une expansion des capacités technologiques depuis 20 ans. Ce constat n'est pas sans impact sur les enseignements scientifiques et technologiques que nous devons apporter auprès de nos étudiants (expertise & compétences : Fig. 2). Ces évolutions technologiques ont été guidées d'une part, par la volonté de suivre l'évolution des technologies et des sciences (vitrine technologique) et d'autre part, par la volonté de collaborer avec le tissu industriel de notre région. Les grands sauts technologiques ont été réalisés en corrélation directe avec les projets tuteurés que nous menons avec les étudiants depuis la création de notre Institut Universitaire de Technologie dans l'Indre. Depuis quelques années, nos enseignements dans différentes écoles d'ingénieurs (HEI Campus Centre, Polytech'Orléans, INSA Centre val de Loire) et nos travaux de recherche ont également contribué à cette évolution (Laboratoire PRISME<sup>3</sup>, Pôle IRAus<sup>4</sup>).

### 3. STRUCTURE PYRAMIDALE D'UNE ENTREPRISE EN LIAISON AVEC DES BESOINS EN INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

Dans le monde exigeant du contrôle-commande de processus, l'accès à des données de processus et/ou d'usine en ligne et en temps "souhaité" est crucial. La croissance d'une entreprise se traduit par

<sup>2</sup> M2M : Machine to Machine, Machine to Man

<sup>3</sup> PRISME : Pluridisciplinaire de Recherche en Ingénierie des Systèmes, Mécanique et Energétique

<sup>4</sup> IRAus : Images, Robotiques, Automatique et Signal

une croissance parallèle du volume des données issues du processus et de la demande de traduction en informations pertinentes pour les équipes d'exploitation et de direction [5]. Souvent, les personnes qui ont en charge un système d'information doivent s'attacher à connecter et récupérer les informations pertinentes de leur usine via leur système informatique [3]. Lorsque cela fonctionne, les personnes concernées ne peuvent souvent pas utiliser efficacement et rapidement les données brutes issues de la production pourtant essentielles pour le contrôle des coûts d'exploitation (Fig. 3(a)).

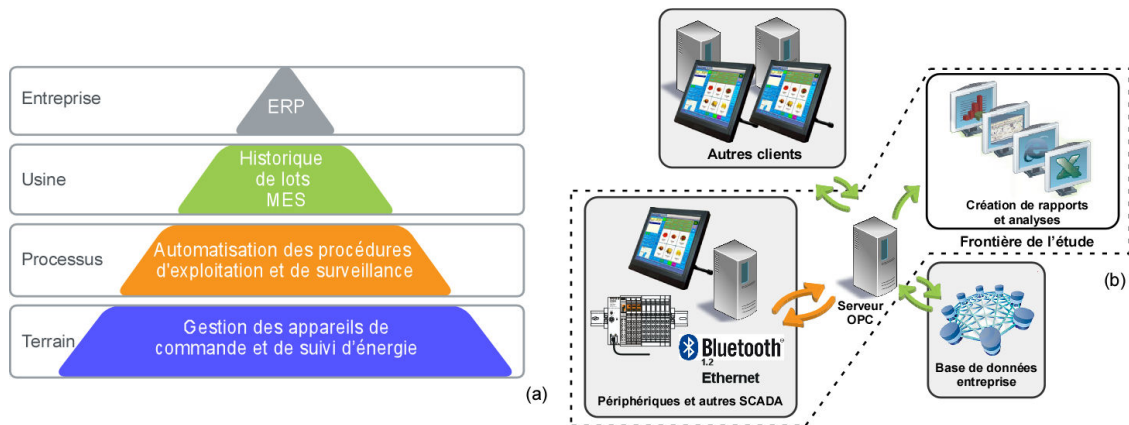


Fig. 3 : Architecture pyramidale dans le Concept CIM<sup>5</sup>

Le travail proposé consiste à mettre en place une structure opérationnelle montrant les fondements d'une architecture industrielle communicante dans une démarche de monitoring (Fig. 3). Il apporte un grand nombre de compléments d'information par rapport aux articles [1], [7], [12]. A partir des informations émanant du processus, on souhaite développer et utiliser plusieurs clients dans une démarche SCADA<sup>6</sup> [8]. Il faudra montrer dans ce travail plusieurs solutions à implémenter afin d'effectuer un large panel de tests. Pour cela, les données sont centralisées dans un serveur OPC DA et mises à disposition vers différents clients OPC, l'ensemble permettant de suivre "en ligne", un certain nombre de contenus de variables (Items<sup>7</sup>).

Les états de bon fonctionnement et de dysfonctionnement du système feront l'objet d'un travail tout particulier. Ce travail pourra s'appuyer sur les travaux présentés dans [11].

Ces informations sensibles seront envoyées à un destinataire par le biais de deux stratégies d'émissions :

- SMS avec un message associé sur un téléphone mobile (responsable de la maintenance),
- Mail avec un message associé sur une boîte Mail (responsable de la maintenance).

### 3.1 Détail de l'application à traiter dans une démarche SCADA

L'environnement architectural de travail est présenté Fig. 4. Il reprend le concept présenté Fig. 3(b). Le processus principal est piloté par une partie commande sur laquelle est implantée

<sup>5</sup> CIM : Computer Integrated Manufacturing

<sup>6</sup> SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition. L'objectif d'un environnement SCADA est de mener une conduite réactive d'un processus. Un environnement SCADA comprend 3 sous-ensembles : la fonction commande, la fonction surveillance et la fonction supervision.

<sup>7</sup> Item : désignation d'un objet associé à une variable à déclarer permettant d'être traitée par le serveur OPC et les clients potentiels.

une application d'automatisme répondant par exemple à une recette de fabrication (ligne de conditionnement de bouteilles). Le travail va consister à venir capter des informations pertinentes sur le processus (information détecteur, information boutonnerie, information pré-actionneur...) sans perturber son fonctionnement. L'API du constructeur PHOENIX Contact (ILC 151 GSM/GPRS) une fois câblé, permettra de traiter à la demande ces informations. Un certain nombre de logiciels devront également être installés sur l'ordinateur qui sera relié au réseau LAN<sup>8</sup> du département de formation et de l'école HEI-Ecocampus (Fig. 4). Ces plateformes logicielles sont les suivantes : AutomationWorx 2015, Cogent DataHub, pack OFFICE. Les solutions hardware utilisées s'insèrent bien évidemment dans un contexte où les communications numériques sans-fil étendent leur influence [2].

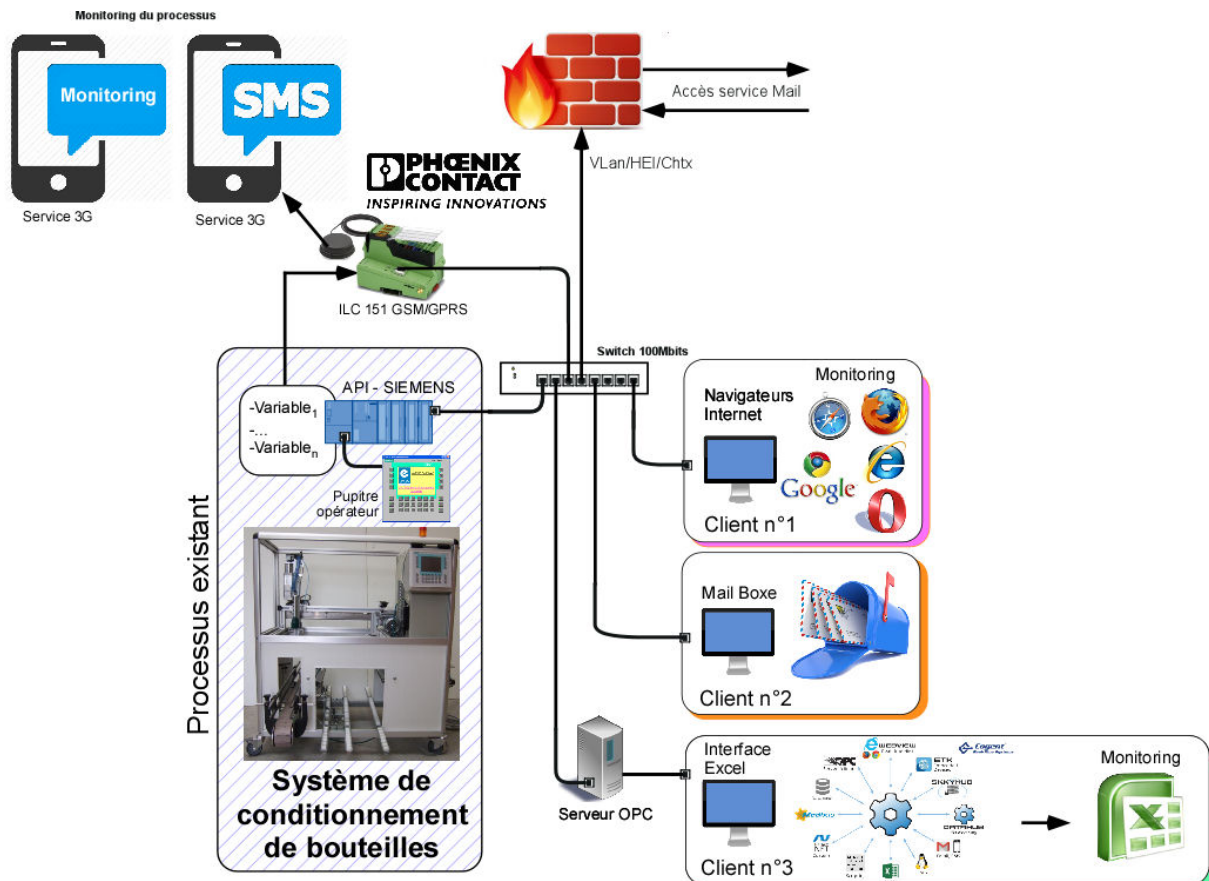


Fig. 4 : Architecture de l'installation à mettre en œuvre

#### 4. ORGANISATION DU TRAVAIL, RESULTATS ATTENDUS & EVALUATION

L'ensemble du matériel et logiciels sont mis à disposition. Les différentes notices techniques et d'utilisation du processus de conditionnement de bouteilles sont également disponibles. Deux équipes de travail préalablement tirées au sort seront en concurrence sur ce mini-projet. Elles pourront travailler en parallèle sans que cela ne pose de problème. Le planning général de travail à titre indicatif et pouvant être modifié est présenté dans la Fig. 5.

<sup>8</sup> LAN : Local Area Network

L'évaluation du travail individuel et collectif seront effectués en respectant la démarche suivante : Initiative et prise en charge du travail à faire pendant les temps concernés /14pts, Compte rendu du travail réalisé : Forme et Fond /6pts.

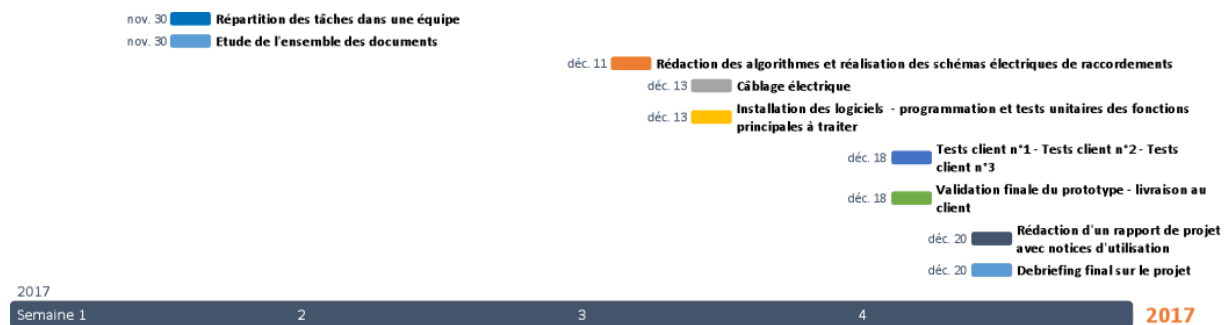


Fig. 5 : Planning prévisionnel de travail

## 5. Bibliographie

- [1] J.-P. CHEMLA and B. RIERA, *Programmation objet pour une domotique réalisée avec un API, Actes du 10ème Colloque sur l'Enseignement des Technologies et des Sciences de l'Information et des Systèmes (CESTIS-EEA'13), Caen, 2013, pp. 78-80.*
- [2] COMMUNICATION RADIO, *Le sans-fil étend son influence*, Mesures 843, 843 (2012), pp. 22-26.
- [3] J. DEPREZ, J.L. BIANCHI, J. MAILLEFERT and A. JUTON., *Bus de terrain et supervision, Société de l'électricité, de l'électronique et des technologies de l'information et de la communication, 3EI 2010-60, n°60, 2010.*
- [4] M. BLANCHET and R. BERGERRIED., *Industrie 4.0 - Les leviers de la transformation*, Gimélec (2014), pp. 8-11.
- [5] MESURES., *Communications radio : les industriels misent sur le sans fil*, mesures, 805 (2008), pp. 27-40.
- [6] OPCFOUNDATION., <https://opcfoundation.org/>.
- [7] P. VRIGNAT, M. AVILA, F. DUCULTY, S. BEGOT and J.F. MILLET., *Utilisation d'une architecture logicielle dans le cadre d'une mise en place d'une solution multi-clients via un serveur OPC, Gesi n°77, Revue des Départements : Génie Electrique et Informatique Industrielle en IUT, 2012.*
- [8] B. RIERA, F. GELLOT, O. DUBOIS, J. CHEMLA and S. TRIKI, *L'utilisation pédagogique et l'enseignement des TIC dans les automatismes*, J3eA, 4 (2005), pp. 013.
- [9] L. SIEGFRIED, *Industrie 4.0-L'usine connectée-Executive summary*, Gimélec, 2013.
- [10] P. VRIGNAT, F. DUCULTY, M. AVILA, S. BEGOT, T. AGGAB, J.-F. MILLET, D. DELOUCHE and F. KRATZ, *Développement et utilisation d'applications complémentaires dans une approche SCADA avec une solution communicante Bluetooth*, J3eA, 15 (2016), pp. 0005.
- [11] P. VRIGNAT, F. DUCULTY and S. LIMOUSIN, *Suivi d'une campagne d'irrigation par un enrouleur d'arrosage via un SmartPhone*, La Revue 3E. I (SEE) (2017), pp. 41-50.
- [12] P. VRIGNAT, J.-F. MILLET, F. DUCULTY, S. BEGOT and M. AVILA, *Développement et utilisation d'applications complémentaires dans une approche SCADA: retour sur expérience avec des étudiants Bac+ 2 et Bac+ 5*, CETSIS, Colloque sur l'Enseignement des Technologies

et des Sciences de l'Information et des Systèmes, 11ème Edition, Besançon, France, (2014), pp. 76-81.

Nota : ne sont pas référencés dans cette rubrique, l'ensemble des documents techniques du processus. Ils sont bien évidemment mis à disposition pour ce travail au format .PDF ou .DOC.