



**HAL**  
open science

## EN ROUTE VERS L'INDUSTRIE 4.0 RETOUR SUR EXPERIENCE DANS NOS ENSEIGNEMENTS

Pascal Vrignat, Florent Duculty, Manuel Avila, Stéphane Begot, Jean-François  
Millet, David Delouche

► **To cite this version:**

Pascal Vrignat, Florent Duculty, Manuel Avila, Stéphane Begot, Jean-François Millet, et al.. EN ROUTE VERS L'INDUSTRIE 4.0 RETOUR SUR EXPERIENCE DANS NOS ENSEIGNEMENTS. Questions de Pédagogie dans l'Enseignement Supérieur, QPES, Jun 2015, brest, France. hal-01166280

**HAL Id: hal-01166280**

**<https://hal.science/hal-01166280>**

Submitted on 22 Jun 2015

**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.

## EN ROUTE VERS L'INDUSTRIE 4.0

### RETOUR SUR EXPERIENCE DANS NOS ENSEIGNEMENTS

Pascal Vrignat<sup>1</sup>, Florent Duculty<sup>1</sup>, Manuel Avila<sup>1</sup>, Stéphane Begot<sup>1</sup>, Jean-François Millet<sup>1</sup>, David Delouche<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Université d'Orléans, IUT de l'Indre, Laboratoire PRISME, Châteauroux, France*

<sup>2</sup> *HEI campus Centre, Laboratoire PRISME, Châteauroux, France*

pascal.vrignat@univ-orleans.fr

#### Résumé

L'ensemble du secteur industriel est entré dans une phase de profonde mutation voyant les technologies numériques s'intégrer au cœur des processus. Cette quatrième révolution industrielle donne naissance à une nouvelle génération d'industrie : l'industrie 4.0. Cette rupture technologique majeure offre, un extraordinaire champ d'innovations. Cet article tente de donner des pistes de travaux (résultats issus de différents projets tuteurés), afin de les intégrer dans des enseignements universitaires (de l'IUT aux écoles d'ingénieurs).

#### Mots-clés

Innovation, Internet des objets, industrie 4.0, pédagogie par projet.

## I. INTRODUCTION

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 [Siegfried, 2013] : "Cyber-Usine", "Usine digitale", "Integrated Industry", "Innovative Factory" ou "Industrie 4.0". Les technologies liées à Internet s'intégreront obligatoirement dans un processus de fabrication. Internet ne sera plus seulement utilisé par les Internaute. 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". Cette révolution technologique n'est pas sans impact sur nos modèles de pensée et les enseignements que nous devons distiller devant des étudiants de L1 à M2. Nous présentons dans cet article, les grandes migrations technologiques au sein de notre département GEII<sup>1</sup> de l'IUT de l'Indre. Ces migrations ont suivi l'évolution technologique vécue aux mêmes moments dans les entreprises. Nous terminons nos propos par une conclusion.

## II. QUELLES ONT ETE NOS GRANDES MIGRATIONS TECHNOLOGIQUES DEPUIS 16 ANS DANS NOTRE IUT POUR ABOUTIR AU CONCEPT DE L'INDUSTRIE 4.0 ?

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 régional. 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.

### II.1 La période 1998 - 2004

Cette période correspond à la troisième révolution industrielle. A cette époque, les réseaux de communication dits "de terrain" étaient largement déployés dans le concept CIM<sup>2</sup>. Dans le cadre d'un projet tuteuré, quatre étudiants de 2<sup>ème</sup> année DUT<sup>3</sup> GEII ont proposé et développé une solution de contrôle-commande industrielle sur un processus en régulation de température, débit d'un fluide [Vrignat, 1998] (Figure 1).

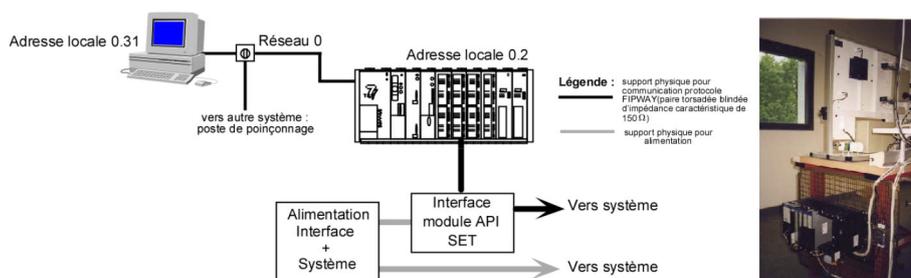


Figure 1. Système de régulation contrôlé via un réseau de communication

<sup>1</sup> GEII : Génie Electrique et Informatique Industrielle

<sup>2</sup> CIM : Computer Integrated Manufacturing

<sup>3</sup> DUT : Diplôme Universitaire de Technologie

Une année de travail nous avait permis d'aboutir à la solution. A la suite, des travaux pratiques avaient été développés pour les promotions suivantes d'étudiants. Durant cette période, les premières contraintes liées à la traçabilité des produits fabriqués au sein des entreprises se font ressentir. Un fabricant de bâches plastiques nous sollicite pour répondre à son besoin : gestion des stocks, gestion des recettes de fabrication sur une ligne de production [Vrignat et Begot, 2002] (Figure 2).

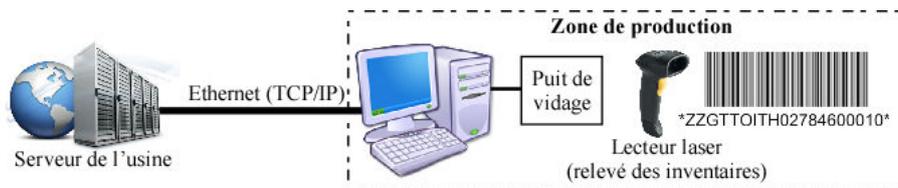


Figure 2. Architecture choisie pour répondre au besoin du client

Trois étudiants étaient en mission sur ce projet. Le client avait sollicité en parallèle un prestataire de service sans nous informer de cette situation concurrentielle. Nos préconisations de l'époque avaient confirmé le choix du prestataire. Cette solution fut installée afin d'optimiser la production.

## II.2 La période 2005 - 2009

Cette période englobe un bouleversement majeur dans notre quotidien : le déploiement d'Internet à grande échelle sur la zone Europe. L'année 2005 avait fait l'objet d'appel à projet pour la création d'une nouvelle formation à l'Université : la licence professionnelle. Nous lançons dès 2006, une des seules formations sur le territoire universitaire français alliant compétences en informatique et compétences en automatique (science des automatismes) : la licence professionnelle Automatisme Réseaux et Internet. Depuis plusieurs années, nous avons constaté qu'il était nécessaire voire indispensable de faire cohabiter les informations de gestion (comptabilité analytique, gestion des ventes, gestion des clients...) et les informations de description (issues du processus (données temps réel), du terrain, de l'atelier de fabrication, de la maintenance...). En 2005, un projet tuteuré avec trois étudiants a validé la capacité de faire cohabiter différents types d'information [Vrignat, 2005] (Figure 3).

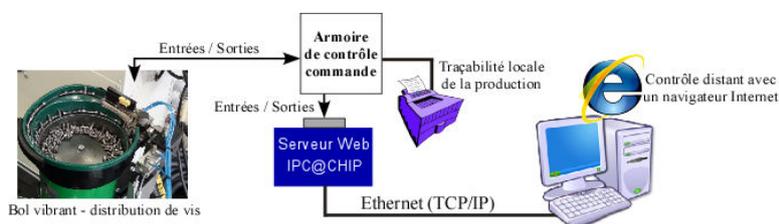


Figure 3. Traçabilité d'un sous ensemble sur une ligne de production via une solution Internet

A cette époque, nos activités en recherche nous ont amenés à effectuer dans un premier temps une expertise pour un industriel (fabricant de pâtisseries). En pleine réflexion sur le bilan carbone qu'il faut optimiser, nous validons avec le client dans un second temps, une solution technique reprenant le concept de contrôle-commande d'un processus en réseau associé à une cohabitation d'information [Vrignat et al, 2008] (Figure 4). Le projet aboutit encore une fois, avec un projet tuteuré suivi d'un stage pour des étudiants de L2 et L3 de notre département.

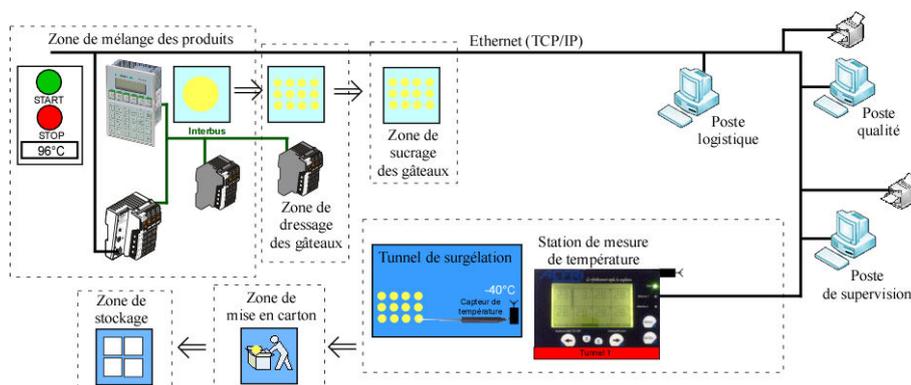


Figure 4. Installation sur une ligne de produits

### II.3 La période 2010 - 2014

Cette période nous amène tout droit vers l'Internet des objets. Les nouveaux composants sur le marché intègrent de nouvelles fonctionnalités comme la fonction serveur Web. A cette époque, nous coopérons avec des collègues de l'IUT de Bourges, dans le cadre d'une mise en place de la pédagogie par projet. Nous apportons une couleur ludique dans la solution à valider : le suivi d'une ruche à distance [Duculty et al, 2010] (Figure 5).

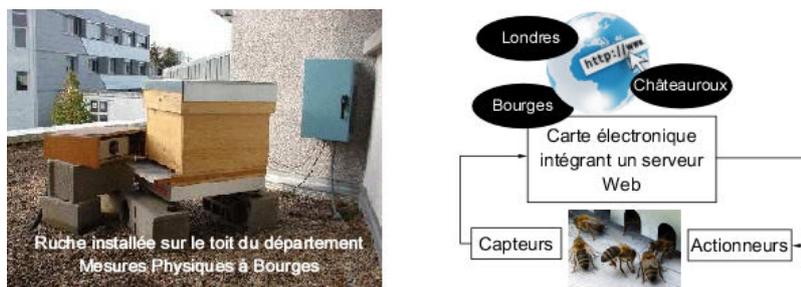


Figure 5. Suivi d'une ruche par Internet

Dans le concept de l'industrie 4.0, il y a également la volonté de virtualiser en 3D, une future machine, un futur processus à concevoir. La modélisation 3D, la

simulation numérique, la réalité virtuelle apparaissent comme des bouleversements incontournables et définitifs [Duculty et al, 2011]. Cette possibilité virtuelle permet à nos enseignements de dupliquer très facilement les postes de travail. Les étudiants peuvent apprendre à leur rythme et cette solution numérique est bien en corrélation avec la génération du "clic". L'accélération des solutions technologiques est majeure ces dernières années. Les entreprises ont besoin d'être de plus en plus performantes dans un monde global et fortement concurrentiel. Pour cela, il faut mettre en place une stratégie de mesures afin de faire émerger un certain nombre d'indicateurs judicieux pour un grand nombre de besoins : gestion de la maintenance, gestion de la qualité, gestion clients (reporting). Ces solutions deviennent consultables, paramétrables voire programmables avec des objets portables de types, tablette, Smartphone (Figure 6).

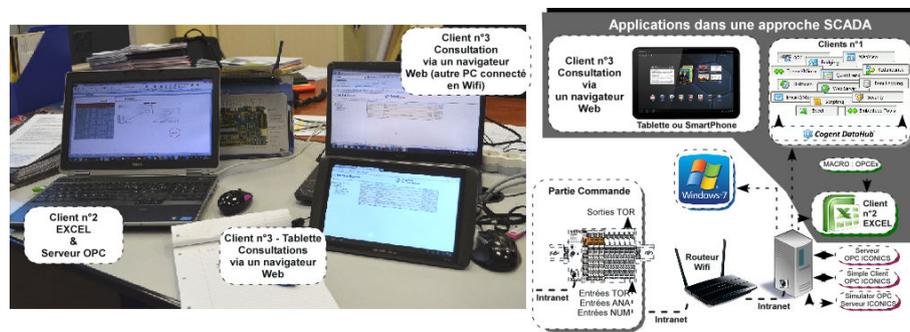


Figure 6. De l'information de terrain à la tablette ou au Smartphone

Ce travail, qui a été validé suite aux résultats d'un projet tuteuré avec des étudiants de notre licence professionnelle, commence à être utilisé lors des travaux pratiques pour des étudiants de L2 à M2 (Figure 6).

Une dernière collaboration avec Bosch-Rexroth vient d'être activée cette année. Avec Open Core Engineering (environnement logiciel de développement), cette collaboration ouvre en effet, de nouvelles perspectives en offrant davantage de liberté dans la mise au point des solutions logicielles en matière de contrôle-commande. Avec cet environnement de développement, les concepteurs pourront développer des programmes avec Java par exemple et les utiliser dans une application Smartphone. Ils intégreront ainsi facilement les Smartphones ou les tablettes aux processus d'automatisation et assisteront les opérateurs au moyen d'un nouveau concept de diagnostic. Cette collaboration met en action trois étudiants de notre licence accompagnés par deux enseignants.

## CONCLUSION

Nous avons montré dans cet article, que les technologies au service de l'industrie ont énormément évolué ces dernières années. Notre volonté et nos motivations nous ont permis de suivre cette évolution technologique. Néanmoins, cette évolution n'est

pas toujours facile à suivre avec des étudiants et des volumes horaires qui ne sont pas toujours en corrélation avec nos réels besoins. Comme nous l'avons montré, les projets tuteurés permettent d'offrir un panel de sujets relevant de l'actualité technologique et scientifique. Ces projets réussissent dans le cadre d'engagements forts du client et du maître d'œuvre au respect d'un cahier des charges fonctionnel [Vrignat et al, 2014]. L'industrie 4.0 aspire à grande vitesse les besoins, les services et les technologies numériques. Les compétences nécessaires sont en forte expansion. Dans ce contexte, deux questions sont soulevées : Comment ajuster ces compétences par rapport aux différents niveaux de formations et au temps alloué par les différents programmes ? Comment palier aux contraintes de coûts budgétaires liées aux investissements afin, de mettre en œuvre ces technologies pour les étudiants ? Nous avons néanmoins montré, que la mise en œuvre d'une solution technologique innovante, pouvait aboutir avec la mise en place de projets tuteurés.

## REFERENCES

- Duculty, F., Avila, M., Begot, S., Vrignat, P., Josserand, L., Novales, C. (2010) "Web embarqué : du projet tuteuré aux travaux pratiques sur un module d'E/S communicant", CETSIS, Colloque sur l'Enseignement des Technologies et des Sciences de l'Information et des Systèmes, Grenoble.
- Duculty, F., Avila, M., Vrignat, P., Millet, J-F., Bardet, J-C., Begot, S. (2011) "Du besoin à la cible, une démarche générique : travaux pratiques en automatisme et en informatique industrielle", CETSIS, Colloque sur l'Enseignement des Technologies et des Sciences de l'Information et des Systèmes, Trois-Rivières, Québec.
- Siegfried, L. (2013). "Industrie 4.0 – L'usine connectée - Executive summary". Gimélec, 27 septembre.
- Vrignat, P. (1998). "Supervision de Process", Gesi n°52, Revue des Départements : Génie Electrique et Informatique Industrielle en IUT.
- Vrignat, P., Begot, S. (2002). "Traçabilité dans l'entreprise", Gesi n°59, Revue des Départements : Génie Electrique et Informatique Industrielle en IUT.
- Vrignat, P. (2005). "Supervision d'un processus industriel par Internet", Gesi n°65, Revue des Départements : Génie Electrique et Informatique Industrielle en IUT.
- Vrignat, P., Avila, M., Etienne, C. (2008) "Ecology and passion for taste", XPLORE, New Automation Award, Munich.
- Vrignat, P., Millet, J.F, Duculty, F., Begot, Avila, M. (2014) "Rédaction d'un cahier des charges fonctionnel dans le cadre d'une organisation au sein d'un projet : retour sur expérience avec des étudiants Bac+2", AIPU, Association Internationale de Pédagogie Universitaire, 28ème Edition, Mons, Belgique.