Retour sur expérience dans le cadre d'une certification intitulée "PLCnext for Bachelor Level", 1ère mondiale

Pascal Vrignat, Luc Berthon, David Delouche, Manuel Avila, Florent Duculty, Stéphane Begot, Christophe Bardet.
pascal.vrignat@univ-orleans.fr
Univ. Orléans, INSA-CVL, PRISME, EA 4229, F45072, Orléans, France
IUT de l'Indre, Département GEII, 2 Avenue François Mitterrand 36000 Châteauroux, France

RESUME : En 2017, l'Institut Universitaire de Technologie en Génie Electrique et Informatique Industrielle de Châteauroux (Université d'Orléans) a été la 1ère Université française à rejoindre le réseau international EduNet. En 2021, cette collaboration a été décuplée avec la mise en place d'une certification en corrélation avec les besoins de l'industrie 4.0. Cette certification appelée "PLCnext certification for Bachelor Level" est une première mondiale depuis 2 ans. Cet article propose de retracer cette histoire.

Mots clés : EduNet, industrie 4.0, Phoenix Contact, Skkynet, Université, certification, Bachelor

1. INTRODUCTION

Le concept d'industrie du futur, également appelé "Industrie 4.0", a été présenté en Allemagne en 2011 (Foire de Hanovre). A l'époque, les discussions sur ce thème portaient sur les actions à mener pour rendre l'industrie allemande plus compétitive afin de faire face au continent asiatique et à sa capacité industrielle. Dans ces conditions, ce concept a réuni de nombreux pays, dont la France, dans le cadre du projet "Industrie du futur" initié par le Président de la République en 2015. L'industrie du futur est alors associée à la 4ème révolution industrielle. L'objectif de cette révolution est de permettre à l'industrie de bénéficier des progrès et des solutions disponibles dans le domaine des technologies numériques. Jusqu'au début des années 2000, le paradigme industriel impliquant l'OT (Operational Technology) séparait néanmoins l'IT (Information Technology). Les processus industriels étaient alors fonctionnellement et physiquement structurés et hiérarchisés selon un modèle pyramidal (CIM : Computer Integrated Manufacturing) ou un modèle "Purdue[1]". Cette structuration fait désormais converger des briques ou des fonctions différentes qui peuvent être mises en œuvre en fonction de besoins spécifiques. Citons par exemple, les nouveaux procédés de fabrication, les machines intelligentes, les nouveaux matériaux, le couplage de procédés, le contrôle et la commande, le suivi et la traçabilité, la fabrication additive, les jumeaux numériques... Ces solutions principalement numériques intègrent l'ingénierie numérique (modélisation, simulation, réalité virtuelle ou augmentée), la chaîne numérique (Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO), gestion du cycle de vie des produits (PLM), planification des ressources de l'entreprise (ERP), gestion électronique des documents (GED)…), l'Internet des objets (interconnexion, objets intelligents), la communication (protocole, sécurisation des échanges), le Big Data, le data mining et les fonctions hébergées dans un Cloud. Comme toute révolution, l'industrie 4.0 demande aux entreprises de s'adapter efficacement dans un contexte d'accélération de l'innovation technologique. Cette adaptation n'est pas la seule. Elle impacte également les différentes formations universitaires et certains projets de recherche. Cet article présente un retour d'expérience qui a conduit notre université à adapter ses enseignements tout en accélérant la participation bénéfique des partenaires industriels.

2. DEBUT DE LA COLLABORATION AVEC PHOENIX CONTACT ET SKKYNET

En 2017, nous avons répondu à un besoin technique d'un agriculteur. Cet agriculteur souhaitait gérer les différentes recettes d'irrigation de ses cultures avec un Smartphone. Après une étude et la création d'un prototype, nous avons répondu favorablement au besoin. Ce projet a donc abouti. Nous avons ensuite soumis ce travail au concours national organisé par le club EEA (association française des sciences de l'ingénieur) : "Mon projet en 5 minutes". Ce concours est destiné à mettre en valeur les projets techniques et scientifiques des étudiants. Il est ouvert

[1] Le modèle de référence "Purdue" est un modèle pour la segmentation du réseau ICS (Industrial Control System)/OT qui définit six couches.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Article publié par EDP Sciences et disponible sur le site https://www.j3ea.org ou https://doi.org/10.1051/j3ea/20231004

aux étudiants en Licence et en Master. Chaque équipe doit soumettre une description de 2 pages accompagnée d'une vidéo de 5 minutes. Les équipes sélectionnées doivent ensuite présenter leur projet devant un jury composé d'universitaires et de partenaires industriels. Cette présentation dure 30 minutes avec des questions. À la fin de la compétition, notre équipe a remporté la première place et ce fut un véritable booster avec Phoenix Contact (*fig.1, fig.2*) [1].



fig. 1 : L'équipe gagnante et la cérémonie de remise des prix à l'IUT

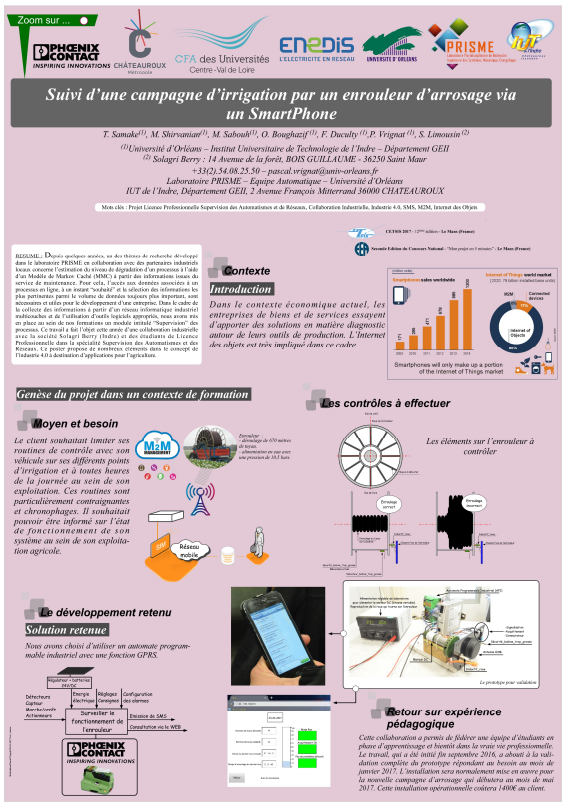


fig. 2 : Le poster de présentation

Pour donner suite au résultat du concours national, nous avons eu l'honneur de signer le premier accord français. A cette époque, l'Université d'Orléans était la première université française à rejoindre le réseau EduNet (*fig.3*). Depuis, cet accord nous a permis d'être une vitrine technologique. L'éditeur de logiciels Skkynet faisait également partie de notre solution pour l'industrie 4.0. Skkynet propose un middleware temps réel pour l'automatisation industrielle. Le nom du logiciel est Cogent DataHub (*fig.4*).



fig. 3 : L'accord et sa convention en 2017 (magazine Update).

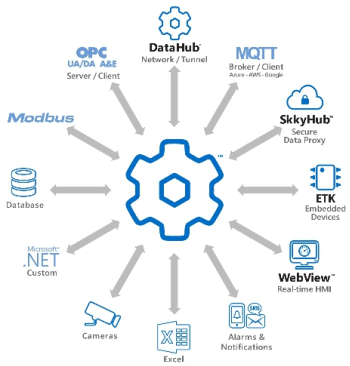


fig. 4 : Les services de Cogent DataHub

3. 2018, UNE NOUVELLE ETAPE DANS LE PARTENARIAT

2018 a été un vrai accélérateur pour nos différentes collaborations (industrielles et institutionnelles). Notre sélection pour la finale du Concours International Xplore a été une vraie reconnaissance pour la qualité de notre travail avec les étudiants et nos partenaires. Notre équipe a terminé parmi les 6

meilleures équipes de la catégorie "Environnement" avec des équipes de Singapour, de Namibie, des États-Unis, des Émirats Arabes Unis et de Chine.



fig. 5 : Notre équipe pour Xplore 2018

Ce travail nous a également permis de faire travailler ensemble des étudiants de 4ème année ingénieur de l'INSA Centre Val de Loire et des étudiants de 3ème année Bachelor (*fig.5*, *fig.6*, *fig.7*).



fig. 6 : Le prix Xplore 2018 (Update magazine)



fig. 7 : Xplore, une merveilleuse expérience

4. 2020, ARRIVEE D'UNE DOTATION AVEC PLCnext

Avant l'été 2020, nous avons bénéficié d'une mise à niveau matérielle avec 6 kits de développement PLCnext. Ce nouvel équipement nous a permis de proposer à nos étudiants de nombreuses activités pour l'industrie 4.0. Dans ces conditions, nous avons proposé à Phoenix Contact d'activer une certification pour les étudiants de 3ème année Bachelor. Cette certification devait permettre aux étudiants de bénéficier d'un certificat officiel sérieux [2], [3]. Après une présentation des objectifs de la certification, notre demande a été acceptée. C'est une première mondiale et cette initiative se déroule dans une université française. Le défi proposé aux étudiants consistait à mettre en œuvre l'architecture présentée dans la *fig.8*. Six équipes tirées au sort ont travaillé en parallèle pendant une période de 35 heures, réparties entre novembre et janvier. L'évaluation des étudiants est divisée en plusieurs étapes :

- ✓ Implication personnelle,
- ✓ Implication de l'équipe,
- ✓ Qualité de l'organisation de l'équipe,
- ✓ Approche du travail,
- ✓ Appropriation de nouvelles connaissances,
- ✓ Livraison des résultats intermédiaires,
- ✓ Livraison de la solution finale (démonstration, rapport d'activité, fichiers sources),
- ✓ Présentation en anglais de "Mon projet en 5 minutes",
- ✓ Capacité à répondre à un Quizz technique sur Internet pendant un temps limité.

16 étudiants sur 24 ont obtenu la 1ère certification (*fig.9*).

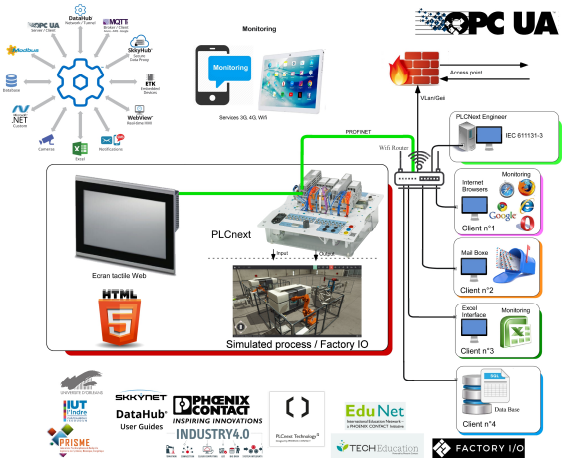


fig. 8 : Les contraintes techniques de la 1ère édition

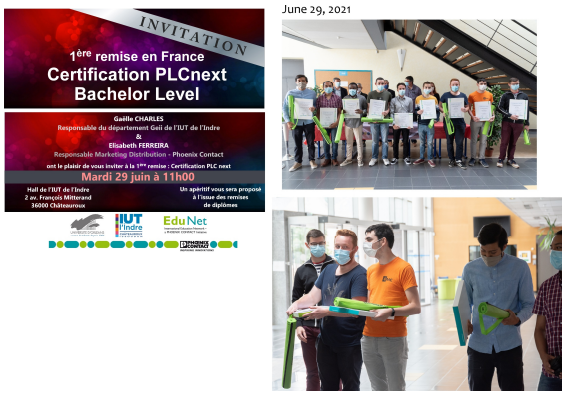


fig. 9 : 1ère cérémonie de remise de la certification

Nous avons depuis fait des émules. JUNIA HEI, sur le campus de Châteauroux a rejoint le réseau EduNet en 2020. Cette arrivée dans le réseau EduNet était également importante pour la France. Comme nos étudiants, les étudiants ingénieurs en 5ème année peuvent désormais bénéficier de technologies spécifiques à l'industrie 4.0 (*fig.10)*.



fig. 10 : JUNIA HEI Campus Centre rejoint le réseau EduNet

5. 2022, LA CONFIRMATION DES ENGAGEMENTS

En 2022 et avec les mêmes méthodes de travail, 12 étudiants sur 29 ont obtenu la certification (*fig.11*).



fig. 11 : La 2nd cérémonie des certifications

Les réactions des élèves sont très positives. Ils ont un grand plaisir à participer au challenge même si les verrous technologiques sont parfois compliqués à ouvrir. La certification est un véritable booster pour leur curriculum vitae [4], [5]. 2022 a également été une année riche en émotions avec notre qualification pour la finale du concours international Xplore 2023. Après avoir déposé notre projet en juin, c'est en septembre que notre équipe a été sélectionnée après la délibération du jury. Nous serons la seule équipe à représenter la France, un véritable honneur (*fig.12*). Une page Web spéciale a été dédiée à cette qualification. Elle fournit au fil du temps toutes les nouvelles concernant notre avancement sur le projet : http://pascal.ajoux.free.fr/xplore-2023.html



10 ZE mag Etudes

L'IUT de l'Indre, tourné vers l'industrie du futur !

Le département GEII représentera la France au défi Xplore Technology Award 2023

Le département Génie Electrique et Informatique Industrielle de l'IUT de l'Indre est au cœur des enjeux industriels et environnementaux de demain. L'Université d'Orléans, le département GEII de l'IUT de l'Indre et l'INSA Centre Val de Loire ont été retenus au défi Xplore Technology Award 2023 avec le projet intitulé « Artificial intelligence to counteract food waste ». Florent DUCULTY - Chef du département GEII / IUT de l'Indre nous présente le projet.

ZE mag **Depuis quand existe le département GEII ?**
Créé en 1994 sur le site de Châteauroux, ce département de formation universitaire n'a cessé de rayonner sur le plan régional, national et international. Depuis sa création et ses milliers d'étudiants formés, ce département est aujourd'hui une véritable vitrine pour les enjeux relevant des besoins numériques pour les industriels.

Justement, quels sont les enjeux dans le milieu industriel ?
Nouveaux métiers, nouvelles compétences, employabilité des étudiants à l'aune de l'économie numérique… Tout cela fait partie des thèmes incontournables pour que les formations universitaires soient plus proactives. Les entreprises attendent une efficacité de nos formations pour qu'elles combinent à la fois, de multiples compétences lorsque cela est nécessaire (connaissances en management, spécialisation métier, soft-skills - ces fameuses compétences du XXIe siècle), compétences de leadership, éthique, géopolitique, e-réputation, capacités à gérer les différentes transformations/transitions (sociales, numériques et écologiques)…

Quel sera le challenge 2023 pour les étudiants en GEII ?
Nous collaborons historiquement avec trois écoles d'ingénieurs, Polytech Orléans, HEI Campus Centre et l'INSA Centre Val de Loire. Cette année, en collaboration avec et l'INSA Centre Val de Loire, le département GEII représentera la France lors d'un défi international majeur en 2023. En effet, Xplore Technology Award vient d'annoncer ses résultats. Pour cette édition, les candidatures ont été très nombreuses avec 30 pays et plus de 100 institutions et entreprises du monde entier.

Parlez-nous de vos certifications…
Dans ce processus d'adaptabilité, la mise en place de certifications clairement identifiées et reconnues est une réelle opportunité. Après avoir signé en 2017 une convention de partenariat avec Phoenix Contact, EduNet et Skkynet, le département GEII de l'IUT de l'Indre propose depuis 2 ans, une certification en matière de développement d'applications numériques pour les procédés industriels. 1ère mondiale et universitaire, cette certification est validée aujourd'hui en Licence Professionnelle SAR et demain, en 3e année de BUT (Bachelor Universitaire de Technologie). Elle permet aux étudiants de valoriser de nombreuses compétences pour l'industrie du futur et ses applications très variées.

Quel sera le thème de ce défi ?
L'Université d'Orléans, le département GEII de l'IUT de l'Indre et l'INSA Centre Val de Loire ont été retenus avec le projet intitulé « Artificial intelligence to counteract food waste ». Le sujet consiste à trier automatiquement et valoriser ensuite, les pommes de terre qui ont des défauts et ne permettant pas d'être commercialisées pour la consommation des Hommes (tache noire). L'équipe constituée d'étudiants de 4e année de l'INSA Centre Val de Loire et d'étudiants de 3e année du département GEII représentera la France dans la catégorie « Environnement ».

IUT de l'Indre - Florent DUCULTY
Chef du département GEII
www.univ-orleans.fr/fr/iut-indre
02 54 08 25 50
florent.duculty@univ-orleans.fr

fig. 12 : Le département GEII communique dans la presse

6. 2023, UNE NOUVELLE ETAPE DE NOS TRAVAUX POUR L'INDUSTRIE 4.0

Le défi de cette année présente d'autres fonctionnalités en phase avec les besoins de l'industrie. La partie "jumeau numérique" est mieux développée avec des interconnexions plus larges pour les domaines de l'Internet des objets (*fig. 14*). La certification est activée pour les élèves en 5ème année d'ingénieur JUNIA HEI et les étudiants en 3ème année de Bachelor. Au total, ce sont près de 60 étudiants répartis en 12 équipes qui devront franchir

toutes les étapes de ce nouveau défi (*fig.13*). Dans ce contexte, les défis techniques à relever sont très nombreux avec des services numériques relevant des besoins bien réels des applications industrielles [6], [7], [8], [9].



fig. 13 : Les travaux avec les élèves de JUNIA HEI

Tous les résultats seront disponibles au printemps 2023. En ce qui concerne notre qualification pour Xplore, notre vidéo de démonstration sera soumise d'ici le 3 septembre. Un clip vidéo est disponible sur :
https://www.youtube.com/watch?v=diThZPGSWjw
Nous sommes extrêmement motivés pour aller en Allemagne et gagner le concours international. Ce projet a un coût avec un budget prévisionnel estimé à 15000.00€ (déplacements, conception et fabrication de la partie mécanique, achat et installation de la partie contrôle-commande connectée en réseau associant la caméra, communication et valorisation).

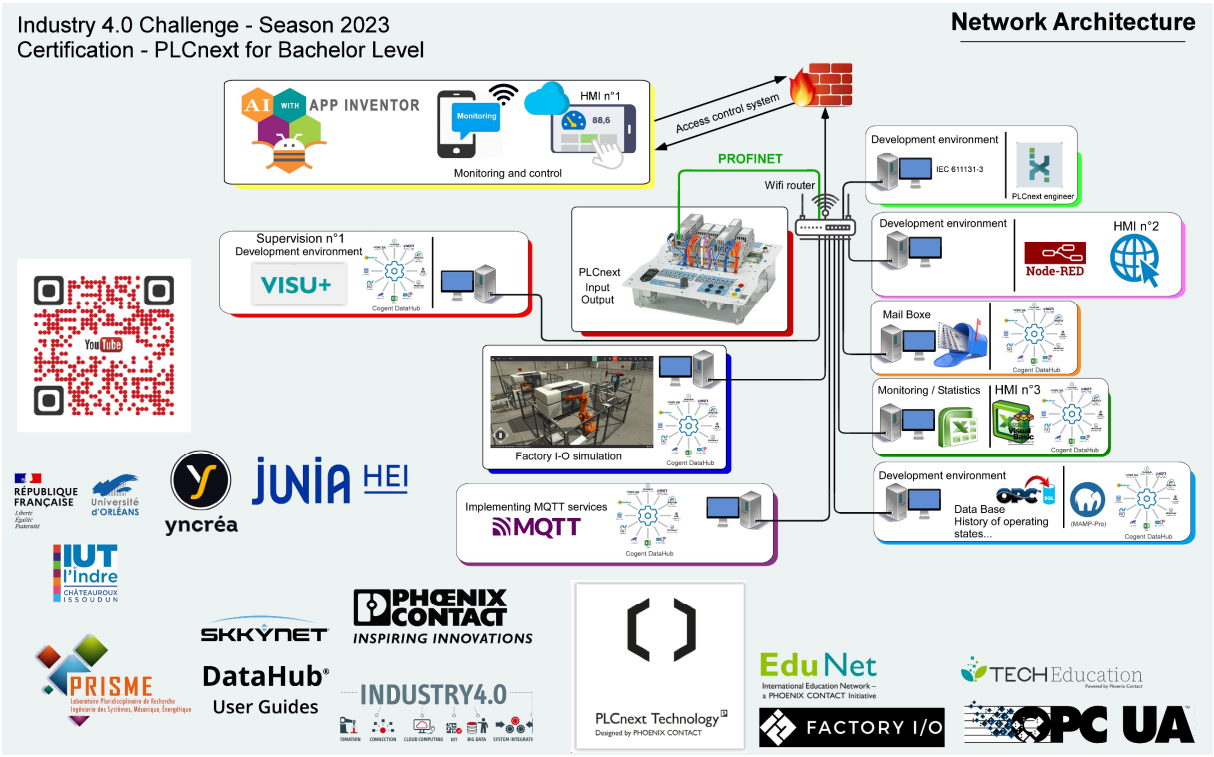


fig. 14 : Edition 2023 du défi

7. CONCLUSION

L'industrie du futur est désormais bien implantée dans de nombreux secteurs et entreprises, des grands groupes aux petites et moyennes entreprises. Les nouvelles technologies telles que la réalité virtuelle, la réalité augmentée, les jumeaux numériques, la fabrication additive, etc. sont désormais intégrées dans de nombreux processus, de la conception au marketing. De fait, former les étudiants d'aujourd'hui à ces nouveaux domaines devient un enjeu majeur non seulement pour le monde industriel, en tant

qu'employeur, mais aussi pour la société dans son ensemble. Ces profonds changements dans l'industrie soulèvent de nombreuses questions sur la formation en termes de compétences, de niveaux de formation, d'équipements et d'infrastructures nécessaires à l'enseignement de ces nouveaux domaines, mais aussi sur la façon dont nous enseignons ces nouveaux domaines et générons ainsi le type de créativité et d'innovation nécessaire à la main-d'œuvre du 21ème siècle et à l'industrie 4.0.

En 2020 est arrivée la pandémie ou tout a changé. Nous avons dû faire face à la nécessité de l'enseignement à distance, de la formation connectée et d'un fort désir post-covid de la part des étudiants d'acquérir des connaissances et des compétences à travers des situations réelles (plateformes technologiques, nouvelles pratiques, etc.). Cette dynamique doit pouvoir stimuler la recherche universitaire, les stratégies d'enseignements (adossement à une stratégie de jeu sérieux), les collaborations tout en nous permettant de mieux former les étudiants aux emplois de demain qui découlent de cette révolution industrielle.

Bibliographie

[1] P. VRIGNAT, F. DUCULTY, S. LIMOUSIN, "Suivi d'une campagne d'irrigation par un enrouleur d'arrosage via un SmartPhone", Revue 3EI, Société de l'électricité, de l'électronique et des technologies de l'information et de la communication, Vol. 23, pp. 41-50, 2017.

[2] P. VRIGNAT, D. DELOUCHE, M. AVILA, S. BEGOT, C. BARDET, F. DUCULTY, F. KRATZ, "Objets Connectés - Mise en œuvre d'un challenge intitulé " Industrie du futur, c'est maintenant !", J3EA, Journal sur l'enseignement des sciences et technologies de l'information et des systèmes, EDP Sciences, DOI10.1051/j3ea/20190002, pp. 01-18, 2019.

[3] P. VRIGNAT, D. DELOUCHE, M. AVILA, F. KRATZ, "Industry 4.0: introduction to the continuous improvement of an industrial process for Master's students", 21st IFAC World Congress in Berlin, Germany, July 12-17, 2020.

[4] P. VRIGNAT and F. KRATZ, University and Compagny Partnership: An Agile Strategy For Better Professional Integration Of Graduate Students, Ed. Infonomics Society, Education Policy And Leadership, 2021, doi: e-ISBN 978-1-913572-16-7.

[5] P. VRIGNAT, M. AVILA, F. DUCULTY, S. BEGOT, C. BARDET, "An educational challenge with a serious game for bachelor students", London International Conference on Education (LICE), 2022.

[6] S. DIPA & Makwana ASHWIN, "A survey on mqtt: a protocol of internet of things (iot)", In : International conference on telecommunication, power analysis and computing techniques (ICTPACT-2017). 2017. p. 173-177.

[7] M. LEKIĆ, & G. GARDAŠEVIĆ, "IoT sensor integration to Node-RED platform", In : 2018 17th International Symposium Infoteh-Jahorina (Infoteh). IEEE, 2018. p. 1-5.

[8] INVENTOR, MIT App et EXPLORE, M. I. T. App inventor. línea]. Disponible en: http://appinventor. mit. edu/explore/.[Accedido: 26-may-2015], 2017.

[9] S. CAVALIERI, & F. CHIACCHIO, "Analysis of OPC UA performances", Computer Standards & Interfaces, 2013, vol. 36, no 1, p. 165-177.