

Fiabilité du système de production industrielle grâce à l'IoT

Ce cas est extrait de la communication au congrès AIM 2019
de Rostand Affogbolo, Claire Gauzente et Pascale Kuntz
(22 pages, en ligne sur aim.asso.fr/)

Brève présentation des entreprises

EIA est une entreprise historique du paysage industriel français qui a réalisé en 2017 un chiffre d'affaires de plus de 50 milliards d'euros. Il y a une dizaine d'années, elle a lancé un plan visant à améliorer la performance opérationnelle de ses usines pour renforcer sa compétitivité. Elle a notamment ciblé la réduction des coûts de production (assemblage de véhicules, de moteurs, de boîtes de vitesse) et des coûts fixes (taxes foncières, frais d'assurance des locaux industriels, etc.) au niveau des usines tout en s'ouvrant à davantage de flexibilité pour répondre à la variation de la demande client. Elle a dans cette optique progressivement testé et intégré à ses opérations industrielles diverses technologies comme l'Ethernet industriel, la RFID, la réalité virtuelle, la réalité augmentée et les AGV pour améliorer la fiabilité de ses opérations. L'intégration de ces technologies s'est particulièrement accélérée ces dernières années où parfois de nouvelles lignes de fabrication entièrement connectées sont installées. Il est à noter qu'à l'échelle de l'entreprise, toutes les technologies évoquées ne sont pas introduites de façon uniforme dans toutes les usines, le recours à une solution technologique étant souvent fonction de besoins identifiés en termes d'amélioration de processus. Dans le cadre de l'étude, nous avons analysé les pratiques au niveau d'une usine faisant partie d'un cluster de trois sites industriels basés en France et dirigé par un seul directeur régional. Cette usine, dédiée à l'assemblage de voitures, a été profondément réaménagée il y a quelques années. Grâce à l'introduction de solutions connectées, la longueur de la principale ligne d'assemblage a par exemple été raccourcie.

EIB est également un groupe industriel historique. Basé en Allemagne, il a de nombreuses usines dans le monde dont quelques-unes en France. Toutes divisions confondues, son chiffre d'affaires 2017 s'élève à plus de 70 milliards d'euros. L'introduction progressive de technologies connectées (RFID, smartphones et tablettes pour les opérateurs, AGV, etc.) par EIB au sein de ses usines remonte à une dizaine d'années, avec la mise en œuvre d'un plan industrie 4.0. Là aussi, l'introduction est faite en fonction de besoins opérationnels identifiés. Dans le cadre de notre étude, nous avons analysé les pratiques opérationnelles d'une usine basée en France où l'IoT est largement exploité.

La collecte des données de l'étude a été organisée en deux phases: une phase de collecte documentaire (articles de presse, communiqués de presse, rapports d'organismes professionnels) et une phase de collecte par interviews semi-structurées (deux managers de chacune des entreprises ont pu être interrogés, sur la base d'un guide d'entretien)

Introduction de l'IoT et amélioration de la fiabilité des processus industriels chez EIA.

L'introduction de l'IoT chez EIA répond à deux objectifs économiques: (i) baisser les coûts au sein de son parc industriel en France où le coût de la main-d'œuvre est plus élevé qu'en Europe centrale et en Europe de l'Est et (ii) répondre plus efficacement au besoin de personnalisation se traduisant par une variété plus importante (les options commandées) dans l'assemblage des voitures.

Le traitement d'un nombre plus élevé de variétés sur les lignes d'assemblage avait généré une complexification plus élevée et un risque d'erreur plus important pour l'opérateur. L'usage des diverses solutions IoT a minimisé ce risque d'erreur et a par ailleurs amélioré l'ergonomie du poste de travail pour l'opérateur : il n'y a plus de pièces directement stockées en bord de ligne, il y a moins de risque de chute de pièce pouvant causer un accident de travail.

Pour les middle managers comme le chef d'équipe, cela a amélioré le contrôle visuel qu'il peut effectuer sur le travail des opérateurs: l'absence de stock de pièces en bord de ligne permet au

chef d'équipe de voir plus loin au niveau de son atelier et de remarquer plus vite si un opérateur rencontre des difficultés, par exemple sur le temps de cycle d'une tâche. Nous parlerons donc ici d'une approche d'introduction hybride orientée middle managers et opérateurs.

Quant aux dimensions de la fiabilité, leur reconfiguration suite à l'introduction de l'IoT se présente comme suit:

- **Automatisation:** EIA a mis en place une automatisation mécanique avec des AGV connectés en WiFi et qui communiquent en temps réel leur position et leur état de fonctionnement. Ces engins assurent l'acheminement des kits de pièces entre l'entrepôt et le bord de la ligne d'assemblage.
- **Gestion des stocks:** l'entreprise a fait évoluer ses processus de gestion et suivi des stocks en mettant en place un système connecté de kitting pour assister l'opérateur chargé du picking. Le système indique avec précision les rangées où il faut récupérer les pièces selon les quantités demandées pour constituer le kit qui sera ensuite acheminé par l'AGV vers le bord de la ligne d'assemblage. A noter qu'un kit correspond aux demandes personnalisées d'un client. Le système de kitting automatise par ailleurs l'inventaire des stocks de pièces.
- **Supervision:** les machines d'EIA étant d'un âge moyen élevé, elles n'ont pas nativement des capteurs. Selon l'importance attribuée à la machine dans le système, l'entrepris elui ajoute des capteurs, mais seulement pour dénombrer la tâche accomplie. Les données d'état de fonctionnement ne sont pas transmises. Ce qui implique par exemple un système de maintenance seulement correctif et préventif. Les reconfigurations de processus notées ci-dessus visent, en termes de performance opérationnelle, pour l'usine étudiée à respecter les temps de cycle à chaque étape et donc du lead time en bout de chaîne. La figure 2 résume les pratiques observées au sein de l'usine étudiée chez EIA. A noter que nous n'avons relevé aucune initiative de reconfiguration des processus de maintenance grâce à l'IoT.

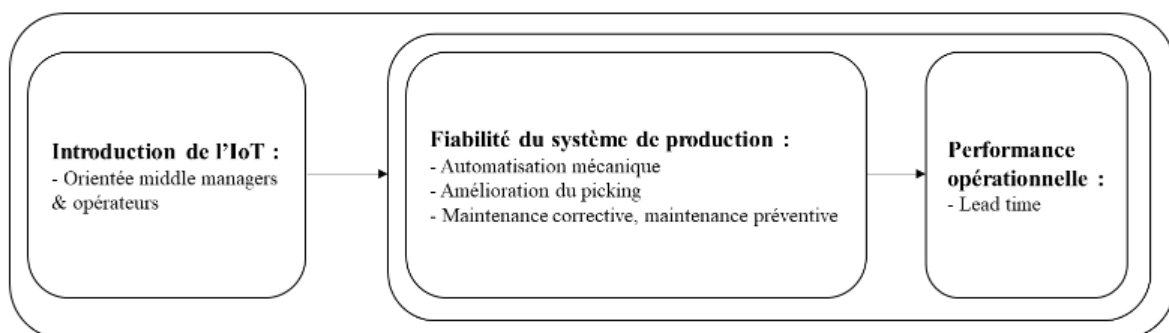


Figure 2 : Approche d'introduction de l'IoT et dimensions de la fiabilité chez EIA

Introduction de l'IoT et amélioration de la fiabilité des processus industriels chez EIB.

Chez EIB, l'introduction de l'IoT dans les opérations industrielles s'effectue suivant cinq axes du plan industrie 4.0: obtenir des recommandations d'actions générées par les équipements et machines, améliorer la visibilité des flux de matières sur les sites industriels, optimiser la consommation d'énergie des bâtiments, faciliter le travail et la prise de décision pour les salariés, et surveiller certains paramètres de fonctionnement des produits en contexte d'utilisation chez le client. La stratégie industrielle globale de l'entreprise évolue en conséquence pour intégrer ces divers aspects centrés sur la disponibilité de la donnée et de l'information. Au niveau de l'usine étudiée, les initiatives IoT sont aussi mises en place en cohérence avec ces divers axes. Toutefois, en se fondant sur notre proposition conceptuelle, l'approche d'introduction observée peut être qualifiée d'hybride orientée middle managers et opérateurs. Comme nous l'explique le responsable industrie 4.0 de l'usine, le but principal de l'usage de solutions ou technologies IoT est de décharger les middle managers (chefs d'équipes, chefs d'ateliers, responsable fabrication, etc.) de la tâche de la compilation et du croisement manuels (via le tableur Excel) des données et de l'information. Il y a quelques années (quatre à cinq ans), cette tâche occupait l'essentiel de leur temps de travail. L'introduction de l'IoT visait donc à supprimer cette partie non essentielle qu'est

la collecte manuelle de la donnée pour planifier les opérations en atelier. Les décisions opérationnelles sont prises plus rapidement. Pour les opérateurs, le principal apport de l'IoT s'estime en termes de niveau d'information auquel ils ont accès. L'ensemble capteurs – données – plateforme de traitement leur permet de mieux suivre l'évolution de la fabrication. L'accès à l'information étant plus étendu, l'expertise s'est davantage aussi décentralisée, permettant un traitement des problèmes au plus près du point où ils surviennent. Par ailleurs, il est moins requis la validation du niveau hiérarchique supérieur pour prendre une décision ou initier une action corrective par exemple

Au niveau des quatre dimensions de la fiabilité du système de production, les reconfigurations mises en place par EIB se présentent ainsi qu'il suit:

- **Automatisation:** l'entreprise a mis en place une automatisation cognitive pour les middle managers et pour les opérateurs comme décrit ci-dessus.

- **Gestion des stocks:** EIB fait usage de la RFID pour améliorer la visibilité des flux de matières et automatiser les inventaires. L'entreprise a également mis des tablettes à la disposition des opérateurs chargés du picking pour réceptionner les demandes de matières de la part de la fabrication.

- **Maintenance:** au sein de l'usine étudiée chez EIB, le déclenchement de la maintenance corrective des machines s'effectue désormais à l'aide de la réalité augmentée. L'application de réalité augmentée est installée sur le smartphone dont est équipé l'opérateur à la fabrication. En scannant un QR code sur la machine, l'opérateur lance le processus de maintenance avec une alerte transmise à un autre opérateur chargé de la maintenance. En parallèle, l'opérateur à la fabrication accède à la documentation concernant la machine via l'application, vérifie la disponibilité de pièce de rechange en fonction de la panne qu'il a renseignée sur l'application. Selon la complexité de la panne, la personne chargée de la maintenance peut proposer une assistance à distance ou se déplacer sur la machine pour effectuer la réparation. En ce qui concerne la maintenance prédictive, elle est prévisionnelle, avec une plateforme logicielle qui récupère et analyse les données machine pour transmettre des alertes aux opérateurs (fabrication, maintenance) et à leurs managers en cas de dérive. La plateforme logicielle planifie également la maintenance en fonction du délai critique au terme duquel pourrait survenir un arrêt machine non sollicité.

- **Supervision:** sur la dimension supervision, EIB a mis en place grâce aux données transmises par les capteurs un système de comparaison entre machines de mêmes types, de mêmes âges et effectuant les mêmes tâches (fabrication de la même référence de produit), quelles que soient leurs localisations géographiques dans le monde. Le but est de comprendre les écarts de performance entre machines et entre usines afin d'améliorer la performance de celles qui sous-performent, ce qui contribue à rendre plus fiable le système de production de chaque usine. Combinées, les reconfigurations mises en place grâce à l'IoT par l'usine étudiée chez EIB visent en termes de performance opérationnelle à réduire le taux de rebuts et à améliorer les temps de cycle au niveau de chaque atelier de la chaîne de fabrication, et donc du lead time en bout de chaîne. La figure3 propose un résumé schématique des pratiques au sein de l'usine de EIB.



Figure 3 : Approche d'introduction de l'IoT et dimensions de la fiabilité chez EIB

Analyse croisée des pratiques chez EIA et EIB.

Croisées, les pratiques mises en place par les deux entreprises industrielles étudiées mettent en évidence une approche hybride similaire en termes d'introduction de l'IoT dans leurs usines. Elles fondent toutes deux leurs usages sur la nécessité de répondre aux exigences d'agilité et de flexibilité en termes d'ajustement externe pour répondre aux changements dans l'environnement, par exemple l'évolution des exigences des clients.

L'aspect contrôle dans le cadre de l'introduction est néanmoins considéré différemment selon les entreprises: il semble davantage présent chez EIA où le recours aux solutions IoT a permis aux chefs d'équipes d'améliorer leur capacité de contrôle visuel des tâches des opérateurs.

La fiabilité du système de production, concerne essentiellement dans les deux entreprises la minimisation des risques d'erreurs humaines via l'automatisation. Chez EIA, c'est davantage l'automatisation mécanique qui est sollicitée à cette fin avec le recours aux AGV par exemple. En revanche EIB a particulièrement insisté sur le décisionnel et l'automatisation cognitive, tant pour les middle managers que pour les opérateurs qui ont davantage accès à l'information. Cela dit, le système de kitting mis en place par EIA vise également à minimiser le risque d'erreur humaine, pour l'opérateur au stock et plus loin pour l'opérateur à l'assemblage car une erreur dans la constitution des kits de pièces et ensuite dans l'assemblage est synonyme de non qualité en bout de chaîne, de coût de reprise et de non-respect du lead time vis-à-vis du client. Les dimensions maintenance prédictive et supervision ne semblent pour l'instant pas pleinement mobilisées par EIA dans le cas de l'usine étudiée, à l'inverse d'EIB qui explique en tirer pleinement bénéfice.

En termes de performance opérationnelle, les deux entreprises visent essentiellement le respect ou la réduction du lead time, gage du respect des engagements contractuels pris avec les clients.

Discussion

L'étude met en évidence une configuration minimisant notamment le risque d'erreur humaine par l'automatisation pour performer le lead time qui représente un impératif opérationnel.

L'étude confirme que l'introduction de l'IoT pour améliorer la fiabilité du système de production industrielle est la résultante de plans stratégiques définis aux niveaux hiérarchiques les plus élevés au sein des deux entreprises étudiées pour opérer un ajustement tant externe (répondre aux changements intervenant sur le marché et dans l'environnement) qu'interne (mise en place de processus complémentaires améliorant la performance).

Les observations faites en termes d'usages IoT au sein des deux usines étudiées montrent que les innovations de processus industriels soutenues par l'IoT améliorent la performance opérationnelle et s'inscrivent dans la mise en œuvre de plans stratégiques dont les objectifs sont entre autres d'améliorer la compétitivité de l'entreprise et la satisfaction des clients.