

# Innovation, Efficacité et Amélioration de la Productivité dans le Milieu Industriel

Abderrahmen SELLAMI<sup>1</sup>, Kamel CHERIF<sup>2</sup>

*Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Radès, Direction Générale des Etudes Technologiques, rue El Kods -  
Radès ville - Tunis*

<sup>1</sup>sellamiabd02@gmail.com

<sup>2</sup>Kam.cherif@yahoo.fr

**Résumé**— Cet article présente la démarche de modernisation d'une machine presse béton initialement équipée d'un système de contrôle basé sur une logique câblée, qui assurait la production mais rencontrait quotidiennement des pannes de surchauffe, entraînant des interruptions de production et des risques pour la sécurité. Face à ces limitations, la rénovation proposée consiste en le remplacement du système de contrôle câblé par une automatisation intégrée à un automate programmable (PLC). La contribution principale de cette étude consiste à concevoir et implémenter un nouveau système de supervision et de contrôle, permettant une gestion précise des phases de presse, une détection automatique des conditions de surchauffe, et la mise en place des mesures correctives en temps réel. L'intégration des capteurs de température, des relais de sécurité, et des logiciels de supervision a permis d'assurer une réponse rapide aux anomalies, réduisant ainsi la fréquence et la gravité des pannes. Les résultats expérimentaux montrent une diminution significative des incidents de surchauffe, une augmentation de la disponibilité de la machine, et une amélioration globale de la sécurité et de la productivité. Cette rénovation illustre l'impact positif de l'automatisation moderne dans l'optimisation des équipements industriels classiques, en leur conférant un fonctionnement plus fiable, efficace et adaptable aux exigences de l'industrie 4.0.

**Mots -clés**— Rénovation, automatisation, machine presse béton, modernisation, productivité, automatisation industrielle, contrôle numérique, optimisation des procédés.

## I. INTRODUCTION

L'évolution rapide des technologies industrielles et l'émergence de l'industrie 4.0 imposent une remise en question des systèmes de production classiques [1]-[3]. Dans ce contexte, la modernisation d'équipements anciens se présente comme une opportunité d'optimiser la performance, d'améliorer la sécurité et de maximiser la productivité.

La machine presse béton, cœur de nombreuses opérations dans le secteur de la construction, s'appuyait sur un système de contrôle basé sur des logiques câblées, dont les limitations, notamment les pannes récurrentes dues à la surchauffe, ont conduit à des arrêts imprévus et à des risques pour les opérateurs [4]-[5]. Cet article expose une démarche innovante visant à transformer ce dispositif en intégrant un automate programmable industriel, couplé à des dispositifs de détection et de supervision en temps réel.

## II. CONTEXTE PROBLEMATIQUE

Les systèmes de contrôle traditionnels reposant sur des circuits câblés présentent plusieurs inconvénients majeurs :

- Une complexité de maintenance accrue en cas d'ajout ou de modification des fonctionnalités.
- Une réactivité limitée aux anomalies, notamment en cas de surchauffe.
- Une exposition à des pannes répétées, impactant directement la disponibilité des équipements et la sécurité des opérateurs.

Dans cette étude, la machine presse béton subissait quotidiennement des surchauffes, entraînant des interruptions de production et soulevant des préoccupations en matière de sécurité. Ces constats ont motivé la transition vers une architecture de contrôle plus moderne, reposant sur un PLC, capable d'intégrer des stratégies de supervision avancées et d'assurer un suivi en temps réel des paramètres critiques de l'équipement.



Fig. 1. Ancienne Armoire avec logique câblée

### III. MATERIELS ET METHODES

#### A. Analyse du système existant

La plateforme initiale (principale machine de production des bordures) utilisait des circuits câblés pour la gestion des différentes phases de presse, Fig. 1. Ce système, bien qu'opérationnel, ne pouvait pas anticiper les anomalies thermiques, conduisant à des débordements de chaleur et, par conséquent, à des coupures d'urgence.

La machine Presse Béton, présentait un taux d'arrêt très important à cause des pannes électriques causé par le vieillissement des composants dans son armoire de commande, basée sur la logique câblée.

Les enregistrements des interventions de réparation de la machine durant les deux mois de mai et juin 2024 ainsi que le temps d'arrêt, sont illustrés dans le Tableau I.

Par conséquent, ce temps d'arrêt (Fig. 2) a affecté énormément la production des bordures qui a causée un retard, pénalisé, sur les commandes clientèles.

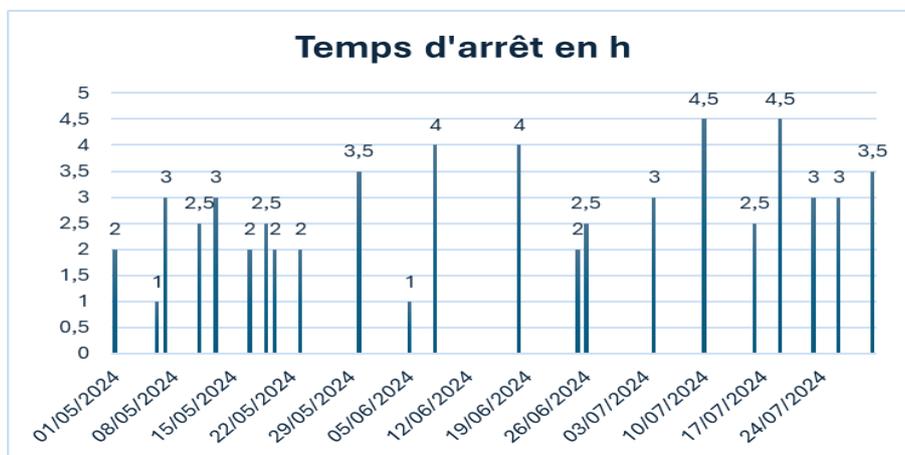


Fig. 2. Histogramme du temps d'arrêt de la machine Presse Béton.

#### B. Conception du nouveau système

La modernisation s'est opérée en deux grandes étapes :

- a) Remplacement du câblage traditionnel par un automate programmable (PLC) permettant la digitalisation des processus. La machine est équipée par :

TABLEAU I  
 ENREGISTREMENTS DES INTERVENTIONS AINSI QUE LE TEMPS D'ARRET DE LA MACHINE

Date	01/05/2024 17/05/2024 25/06/2024 26/06/2024 23/07/2024 26/07/2024	06/05/2024 05/06/2024	07/05/2024	11/05/2024 19/05/2024	13/05/2024	20/05/2024 23/05/2024 04/07/2024 16/07/2024 30/07/2024	30/05/2024 10/07/2024	08/06/2024 18/06/2024 19/07/2024
Sous Équipement	Contacteurs	Porte fusible	Fin de course	Vérin	Capteur	Relais	Câblage	Transformateur
Temps d'arrêt en h	2 2 2 2,5 3 3	1 1	3	2,5	3	2 2 3 2,5 3,5	3,5 4,5	4 4

- Les actionneurs :

Moteur Pour Pousse Planche (4 kW), Moteur Pour Groupe hydraulique (11 KW), Moteur Pour le système de refroidissement d'huile hydraulique (1,5KW), deux Moteurs MAS Ventilation et un moteur pour la sortie à courroie (1,5KW)

- Vérins Hydrauliques de différentes tailles :

Vérin de Dameur (PILON) : Monté/ descente, deux Vérins Moules : Monté/descente et un Vérin Tiroir : pour l'Avance et recul.

- Les pré-actionneurs :

Deux Contacteurs de puissance de références SHNEIDER LC-D25 (25A) 115 VAC, cinq Contacteurs de puissance de références SHNEIDER LC-D80 (80A) 115 VAC, deux Contacteurs de puissance de références SHNEIDER LC-D09 (9A) 115 VAC et deux Contacteurs de puissance de références SHNEIDER LC-D12 (12A) 115 VAC.

- Les protections (contre les surcharges et  $I_{CC}$ ) :

1 Disjoncteur moteur de référence SCHNEIDER GV2ME14 (6-10A), trois Disjoncteurs moteurs de référence SCHNEIDER GV3P65 (65A), un Disjoncteur moteur de référence SCHNEIDER GV2ME07 (1,6-2,5A) et un Disjoncteur moteur de référence SCHNEIDER GV2ME10 (4-6,3A).

Les pré-actionneurs sont commandés par des tensions AC 110-115 VAC et les entrées et sorties de CPU sont normalisés à 24 V DC, ce qui impose le choix des relais de commandes (alimentation 24 V DC) capable de supporter un ampérage un peu élevé sur les lames de contact (tension 115 VAC et courant varie entre 0 et 10A).

À la suite de ce critère on a trouvé deux références des marques OMRON et SCHNEIDER, les plus connus sur le marché, répondant à nos besoins. À la suite d'un comparatif, basé sur le critère rapport qualité/prix, on a choisi la marque SCHNEIDER avec la référence RXM4AB1BD. Et depuis on a tiré la liste de commande suivante :

- 25 relais de commandes RXM4AB1BD
- CPU SIEMENS S7-1200, CPU1214 AC/DC/Relais 8 modules.
- 3 modules E/S extensibles de références DI 8/DQ8x24VDC\_1
- 1 Interface IHM SIEMENS DE R2F2RENCE KTP400 BASIC

b) Intégration d'un réseau de capteurs de température et de relais de sécurité, interfacés avec un logiciel de supervision dédié. Le nouveau système a été conçu avec une architecture modulaire, permettant de segmenter les différentes phases de presse. Le PLC reçoit les signaux des capteurs et applique un algorithme de régulation qui ajuste en continu les paramètres opérationnels. En cas de dépassement critique de température, le système exécute automatiquement des protocoles de sécurité (arrêt progressif, alerte au superviseur, etc.).

### C. Implémentation logicielle et matérielle

Le fonctionnement de la machine est commandé par un pupitre de commande contenant des boutons et des commutateurs. Lors de la mise sous tension de la machine, avec commutateur Mode MANUEL, le groupe hydraulique de la machine se met en fonction avec les ventilateurs de refroidissement des moteurs de

vibrations ainsi que le système de refroidissement d'huile. Les opérateurs doivent mettre la machine en position de départ. En mode AUTO, les principales conditions pour que la machine démarre sont :

- Les Planches doivent être en place dans le pousseur et ce dernier dans l'un des deux positions : en arrière ou en position de rapprochement.
- Le moule est en position basse, le pilon en position haut et le tiroir en position AR.

Le programme est basé sur le fonctionnement d'une bascule SR. Quand les conditions de la branche qui entre dans « S » sont réalisées, la bascule « SR » met à 1 le bit de la sortie en le stockant dans une variable mémoire pour l'utiliser dans tous le temps de fonctionnement de la machine.

En cas de remise en mode manuel ou appuie sur l'arrêt d'urgence, le bloc «SR » mets à 0 le bit de la sortie de ce mode qui entraîne l'arrêt immédiatement de la machine.

L'utilisation d'une bascule SR est justifiée par le fait qu'en cas d'urgence ou de défaut, cette dernière priorise la mise à 0 à la mise à 1 des bits.

L'implémentation a inclus :

- Le développement d'un programme PLC structuré en plusieurs séquences [2] correspondant aux phases de fonctionnement de la presse, Fig. 2.

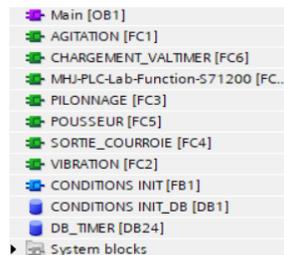


Fig. 3. Bloc Programmation du PLC

- La mise en place d'un système de supervision (IHM) [5] permettant d'afficher en temps réel les mesures recueillies et d'enregistrer les incidents pour analyses ultérieures (Fig. 4).

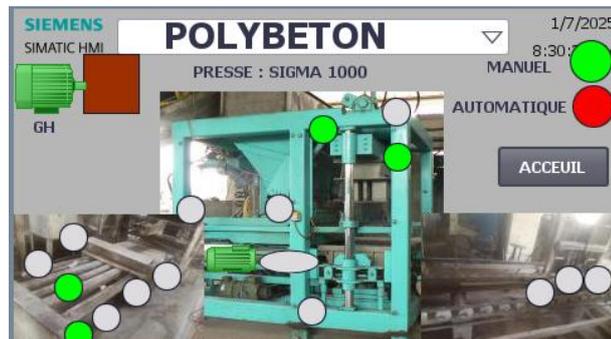


Fig. 4. Supervision par IHM

- La configuration d'alertes automatiques, à la fois visuelles et sonores, en cas d'anomalies détectées par les capteurs.

La communication entre le PLC, les capteurs et le système de supervision s'appuie sur un protocole industriel robuste, garantissant rapidité et fiabilité dans les échanges de données.

#### IV. IMPLEMENTATION DU NOUVEAU SYSTEME

À la suite de l'implémentation du nouveau système, plusieurs séries de tests ont été conduites afin d'évaluer les performances en conditions réelles de production. Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- Réduction significative des incidents de surchauffe : Les mesures préventives et l'algorithme de détection ont permis une baisse notable du nombre d'arrêt d'urgence.
- Amélioration de la disponibilité de la machine : La détection en temps réel et l'intervention automatisée ont conduit à une augmentation du temps de fonctionnement effectif, réduisant les temps morts.
- Renforcement de la sécurité : Les dispositifs de surveillance et les relais de sécurité assurent une réaction immédiate en cas de dépassement des seuils critiques, protégeant ainsi le personnel et l'équipement.

La démarche adoptée a non seulement permis de pallier les faiblesses de l'ancienne architecture, mais a également établi une base solide pour une future intégration dans un écosystème de production connecté. Les résultats confirment que l'adaptation d'un équipement traditionnel aux exigences de l'industrie 4.0 peut transformer la qualité de la production et offrir un avantage concurrentiel distinct (Fig. 5).

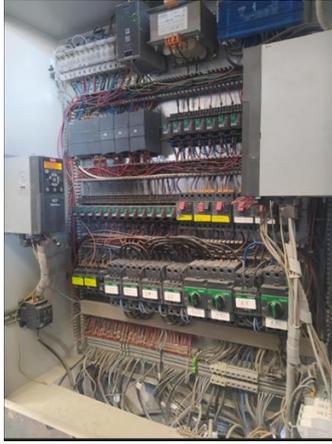


Fig.5 : Nouvelle armoire répondant aux exigences de l'industrie 4.0

## V. CONCLUSION

La modernisation de la machine presse béton, par l'intégration d'un système de contrôle automatisé à base de PLC, s'est avérée une solution pertinente pour résoudre les problèmes de surchauffe et les risques associés à un système câblé traditionnel. Grâce à l'installation des capteurs, des relais de sécurité et d'un logiciel de supervision, le système offre désormais une gestion précise et réactive des phases de presse, garantissant ainsi une sécurité accrue et une amélioration de la productivité [6]-[7]. Ce travail de recherche illustre le potentiel de l'automatisation moderne pour réhabiliter des équipements industriels classiques, en les rendant capables de répondre aux exigences d'un environnement de production en constante évolution.

## PERSPECTIVES

Les travaux à venir pourraient explorer l'extension de cette architecture à d'autres machines de la chaîne de production, l'optimisation des algorithmes de contrôle via des techniques d'intelligence artificielle, ainsi que l'intégration complète dans des réseaux industriels intelligents, renforçant ainsi la compétitivité et la flexibilité des systèmes de production.

## REFERENCES

- [1] Silva, G. M., & Gomes, P. J. (2025). *Lean production, green supply chain management and environmental performance: a configurational perspective based on the Portuguese context*. International Journal of Lean Six Sigma, 16(2), 518-541.
- [2] Fronchetti, F., Ritschel, N., Holmes, R., Li, L., Soto, M., Jetley, R., ... & Shepherd, D. (2022). *Language impact on productivity for industrial end users: A case study from Programmable Logic Controllers*. Journal of Computer Languages, 69, 101087.
- [3] Thwaites, J. D. (2025). *L'innovation technologique et ses effets sur le travail et l'emploi*. Presses de l'Université Laval.
- [4] CHAMSEDDINE, B., & EDDINE, S. (2024). *Etude et automatisation d'une chaîne de production par automate programmable industriel (API) (Doctoral dissertation, UNIVERSITE DE ECHAHID CHEIKH LARBI TEBESSI)*.
- [5] Nabila, G., & Fatah, S. (2024). *Migration d'un automate Toshiba Ex40 vers Siemens SIMATIC S7 et élaboration des synoptiques HMI (Doctoral dissertation, FGEI. UMMTO)*.
- [6] Mandal, A., Muttaqi, K. M., Islam, M. R., Sutanto, D., Rahman, A., Yilmaz, O., & Vaze, O. (2025). *A Substation Automation System Architecture for Migrating From Decentralized to Centralized Protection and Control in Smart Substations*. IEEE Transactions on Industry Applications.
- [7] Vernadat, F., Molina, A., Panetto, H., & Weichhart, G. (2025). *Interoperability Challenges in Collaborative and Automated Systems*. In *Interoperability Principles and Standards: Applications to Collaborative and Automated Systems* (pp. 19-79). Cham: Springer Nature Switzerland.