

Titre : Intégration des drones pour supporter l'agilité des systèmes de production dans le contexte d'industrie 4.0

Mots clés : Industry 4.0, Intralogistics, Drones, Agilité, Analyse de faisabilité

Résumé : Cette thèse explore l'intégration des drones dans les systèmes de production agiles, en mettant l'accent sur leur rôle comme outils de soutien pour l'intralogistique. Alors que les robots au sol sont largement utilisés comme systèmes flexibles de manutention, leur efficacité reste limitée dans des environnements dynamiques nécessitant des livraisons unitaires. Les drones, initialement conçus pour la surveillance, présentent un potentiel pour assurer le transport rapide d'objets légers et accroître la réactivité dans des contextes de production et d'entreposage hautement personnalisés. Leur adoption implique toutefois de relever plusieurs défis d'ordre opérationnel, organisationnel, économique et législatif. Pour accompagner la prise de décision, ce travail

propose un cadre d'adoption des Technologies Avancées de Production permettant aux responsables d'évaluer faisabilité et rentabilité selon trois axes : économique, organisationnel et opérationnel. À travers des outils de simulation, l'étude évalue la performance des drones dans des conditions réalistes et développe une architecture système intégrant communication, planification, routage et gestion des conflits. Ainsi, cette recherche positionne les drones comme compléments intralogistiques capables de renforcer agilité, efficacité et compétitivité dans les environnements de l'Industrie 4.0.

Title : Integration of drones to support the agility of production systems in the context of industry 4.0

Keywords : Industry 4.0, Intralogistics, Drones, Agility, Feasibility analysis

Abstract : This thesis investigates the integration of drone technology into agile manufacturing systems, with a focus on their role as support tools for intralogistics. While ground robots have been widely adopted as flexible material handling systems, their efficiency is limited in dynamic environments requiring one-piece flow deliveries. Drones, originally developed for surveillance, offer potential as fast-paced transport agents for lightweight items, enabling responsiveness in highly customized production and warehousing settings. However, their adoption requires addressing operational, organizational, economic, and legislative challenges. To support decision-making, this work proposes an Advanced Manufacturing Technology adoption

framework that helps managers assess feasibility and profitability across three axes: economic, organizational, and operational. Using simulation tools, the study evaluates drone-based delivery systems under realistic production conditions, incorporating uncertainties and performance metrics. Furthermore, a system architecture is developed to address communication, scheduling, routing, and conflict management. Overall, this research bridges technical feasibility with strategic considerations, positioning drones as complementary intralogistics enablers that enhance agility, efficiency, and competitiveness in Industry 4.0 environments.