
Titre : Optimisation de la performance industrielle en agroalimentaire : approche combinant apprentissage automatique et optimisation multi-objectifs

Mot clés : Industrie agroalimentaire, Machine Learning, algorithmes multi-objectifs, procédé de transformation, indicateurs de performance.

Résumé : Les procédés agroalimentaires se composent d'un enchaînement d'opérations unitaires utilisées pour transformer les matières premières en produits finis conformes aux exigences réglementaires et qualitatives. Pour y parvenir, les paramètres du procédé sont continuellement ajustés pour compenser la variabilité des matières premières, les dérives du procédé et les aléas de production. Ces ajustements sont facilités lorsque les relations entre les paramètres du procédé et indicateurs de performance industrielle sont connues ce qui est rarement le cas en industrie agroalimentaire. Les méthodes de modélisation basées sur les données industrielles offrent de nouvelles perspectives pour optimiser et prédire les indicateurs de performance qui sont parfois conflictuels. Leur optimisation

simultanée nécessite des méthodes d'optimisation multi-objectifs pour identifier des solutions de compromis. Cette thèse propose une méthodologie combinant modélisation par apprentissage automatique et optimisation multi-objectifs pour améliorer la performance de deux usines agroalimentaires. Les méthodes d'apprentissage automatique modélisent les indicateurs de performance à partir des paramètres collectés. Ces modèles alimentent un algorithme d'optimisation multi-objectifs permettant d'identifier les trajectoires optimales du procédé. Son fonctionnement est optimisé par l'implémentation d'un nouveau critère d'arrêt. Cette méthodologie constitue un outil d'aide à la décision adapté aux contraintes industrielles et ouvre de nouvelles voies d'amélioration des procédés agroalimentaires.

Title: Optimization of industrial performance in food processing: an approach combining machine learning and multi-objective optimization

Keywords: Food industry, Machine Learning, multi-objective algorithms, transformation process, performance indicators.

Abstract: Food processing consist of a sequence of unit operations used to transform raw materials into food products that comply with regulatory and quality requirements. To achieve this, process parameters are continuously adjusted to adapt to raw material variability, process drifts, and production conditions. These adjustments are facilitated when the relationships between process parameters and industrial performance indicators are precisely known, which is rarely the case in the food industry. Data-driven modeling methods based on industrial data offer new perspectives for optimizing and predicting performance indicators that are sometimes conflicting. Their simultaneous optimization requires multi-objective optimization methods to iden-

tify the best trade-offs. This thesis proposes a methodology combining machine learning modeling and multi-objective optimization to improve the performance of two food processing industries. Machine learning methods model the performance indicators based on parameters collected during the transformation process. These models are combined in a multi-objective optimization algorithm that suggest a set optimal process trajectories. This algorithm is optimized through the implementation of a new stopping criterion. The methodology constitutes a decision support tool adapted to industrial constraints and opens new avenues for improving food processing operations.