

## Multi-Objective approach to the Circular Economy paradigm in the chemical process industry

**Auteur** : Cabo, Virgil

**Promoteur(s)** : Léonard, Grégoire

**Faculté** : Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme** : Master : ingénieur civil en chimie et science des matériaux, à finalité spécialisée en Chemical Engineering

**Année académique** : 2023-2024

**URI/URL** : <http://hdl.handle.net/2268.2/21115>

---

*Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

# Multi-Objective approach to the Circular Economy paradigm in the chemical process industry

Virgil Cabo

Academic year 2023-2024

Chemical and Materials engineering

Supervisor: LÉONARD Grégoire

## Abstract

This thesis deals with a multi-objective approach to promote the circular economy in the context of chemical recycling of plastic waste. The main objective of this thesis was to develop a multi-objective decision making tool that could be integrated into the iSMA framework developed by Pacheco-López et al. (2023) to fill an identified gap. The literature review highlighted the growing importance of sustainable plastic waste management, describing current waste management methods and their limitations, as well as the potential of chemical recycling to improve this situation. Chemical recycling, in particular pyrolysis, offers a promising way to convert plastic waste into valuable resources, although challenges remain in terms of efficiency and environmental impact. The iSMA framework generates Pareto optimal solutions for different recycling paths, but a tool was needed to objectively select the best options. This tool, developed in Python, implements the multi-objective optimization methods TOPSIS and PROMETHEE, and includes a sensitivity analysis module to assess the stability and robustness of alternatives in the face of uncertainty in the weighting of criteria. The results obtained show that the tool is functional and able to provide relevant rankings, although depending on the quality and completeness of the initial data. Future prospects include extending the tool to other areas of environmental sustainability, integrating new optimization methods, and specifying criteria weightings guided by local sustainability policies.

## Résumé

Ce mémoire aborde une approche multi-objectifs pour promouvoir l'économie circulaire dans le cadre du recyclage chimique des déchets plastiques. L'objectif principal de ce travail était de développer un outil de prise de décision multi-objectifs, intégrable dans la structure iSMA développée par Pacheco-López et al. (2023), afin de combler une lacune identifiée. La revue de littérature a mis en évidence l'importance croissante de la gestion durable des déchets plastiques, en décrivant les méthodes actuelles de gestion des déchets et leurs limitations, ainsi que le potentiel du recyclage chimique pour améliorer cette situation. Le recyclage chimique, notamment la pyrolyse, offre une voie prometteuse pour transformer les déchets plastiques en ressources précieuses, bien que des défis subsistent en termes d'efficacité et d'impact environnemental. Le cadre iSMA génère des solutions Pareto optimales pour divers chemins de recyclage, mais nécessitait un outil pour choisir les meilleures options de manière objective. Cet outil, développé en Python, implémente les méthodes d'optimisation multi-objectifs TOPSIS et PROMETHEE, et intègre un module d'analyse de sensibilité pour évaluer la stabilité et la robustesse des alternatives face à l'incertitude de la pondération des critères. Les résultats obtenus montrent que l'outil est fonctionnel et capable de fournir des classements pertinents, bien que dépendants de la qualité et de l'exhaustivité des données initiales. Les perspectives futures incluent l'extension de l'outil à d'autres domaines relatifs à la durabilité environnementale, l'intégration de nouvelles méthodes d'optimisation, et la spécification de pondérations de critères guidées par des politiques de développement durable locales.