

THESE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 602

Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes

Spécialité : Génie de procédés et Bioprocédés

Par

Salma DAOUFA

Valorisation de co-produits et sous-produits végétaux et étude des interactions entre matières premières pour la formulation de bougie

Thèse présentée et soutenue à Nantes, le 18/12/2025

Unité de recherche : CNRS GEPEA UMR 6144 et CNRS CBMN UMR 5248

Rapporteurs avant soutenance :

Audrey BERTAULD-DRELICH Maître de conférences, Université de technologie de Compiègne (UTC)

Fernando LEAL CALDERON Professeur, Bordeaux INP

Composition du Jury :

Président : Prénom Nom Fonction et établissement d'exercice (8) (à préciser après la soutenance)

Examineurs : Marie Duquesne DUQUESNE

Professeure, Université de la Rochelle

Dir. de thèse : Abdellah ARHALIASS

Professeur, IUT Saint Nazaire

Co-dir. de thèse : Raphaëlle SAVOIRE

Professeur, Bordeaux INP

Invité(s)

Sébastien ROY Responsable R&D, entreprise Bougies La française – Emosia Group

Titre : Valorisation de co-produits et sous-produits végétaux et étude des interactions entre matières premières pour la formulation de bougie

Mots clés : Valorisation, Bougie, Co-produits, Sous-Produits, Combustion, Cristallisation

Résumé : La paraffine, issue du raffinage du pétrole, est couramment utilisée dans la formulation des bougies. Cependant, son origine pétro-sourcée engendre une dépendance économique et un impact environnemental négatif qu'il convient de limiter. Face à une prise de conscience croissante des enjeux environnementaux, l'industrie des bougies explore de nouvelles voies pour rendre leur production plus durable, notamment la valorisation de sous-produits végétaux.

L'objectif de la thèse est d'évaluer le potentiel de deux co-produits végétaux, la cire de son de riz et la cire de canne à sucre, ainsi que d'un sous-produit, l'huile de cuisson usagée, comme matière première dans la formulation des bougies.

Les analyses thermiques, rhéologiques et de combustion confirment la faisabilité d'incorporer l'huile de cuisson usagée, à condition de contrôler sa qualité de filtration et son état d'oxydation.

L'approche statistique adoptée montre que la cire de canne à sucre est peu adaptée aux formulations, en raison de sa faible compatibilité et son comportement défavorable en combustion. À l'inverse, la cire de son de riz, grâce à ses propriétés gélifiantes et thermiques, peut être utilisée à faible taux. L'étude des défauts des formulations optimisées souligne l'importance du contrôle du refroidissement sur l'apparence finale des bougies, et la complexité de la combustion, un phénomène multi-factoriel.

Enfin, l'étude des interactions entre les matières premières a confirmé la complexité de ces systèmes : l'huile de cuisson usagée, bien que prometteuse, nécessite son association avec des co-composants capables de compenser ses effets négatifs sur les formulations.

Title: Valorization of plant co-products and by-products and study of interactions between raw materials for candle formulation

Keywords: Valorization, Candle, Co-products, By-products, Combustion, Crystallization

Abstract: Paraffin, a product of petroleum refining, is commonly used in candle formulation. However, its petroleum-based origin creates economic dependence and a negative environmental impact that must be limited. Faced with growing awareness of environmental issues, the candle industry is exploring new ways to make production more sustainable, including the use of plant-based by-products.

The aim of this thesis is to evaluate the potential of two plant co-products, rice bran wax and sugar cane wax, as well as a by-product, used cooking oil, as raw materials in candle formulation.

Thermal, rheological, and combustion analyses confirm the feasibility of incorporating used cooking oil, provided that its filtration quality and oxidation status are controlled.

The statistical approach adopted shows that sugarcane wax is not well suited to formulations due to its low compatibility and unfavorable combustion behavior. Conversely, rice bran wax, thanks to its gelling and thermal properties, can be used in small quantities. The study of defects in optimized formulations highlights the importance of controlling cooling on the final appearance of candles and the complexity of combustion, a multi-factorial phenomenon.

Finally, the study of interactions between raw materials confirmed the complexity of these systems: used cooking oil, although promising, needs to be combined with co-components capable of compensating for its negative effects on formulations.