



## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mme **EL AMRANI Soukaina**

Soutiendra : le **Samedi 04/02/2023 à 10H**

Lieu : **Ecole Supérieure de Technologie – USMBA - Fès**

Une thèse intitulée :

**Optimisation des activités antibactériennes et antioxydantes des huiles  
essentielles de trois Plantes de la famille des Lamiacées :**  
**Thymus serpyllum, Mentha piperita et M. pulegium, seules et en  
combinaison, et leur valorisation comme conservateurs naturels des aliments**

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : **Molécules Bioactives Santé et Biotechnologie**

Spécialité : **Biochimie et Biotechnologie**

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr ZERROUK Farid	Ecole Supérieure de Technologie - Fès	PES	Président
Pr HAJJAJ Hassan	Faculté des Sciences - Meknès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr HAMMOU-AHABCHANE Nouredine	Université Mohamed V - Faculté des Sciences - Rabat	PES	Rapporteur & Examineur
Pr LACHKAR Mohammed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr BOUSLAMTI Rabia	Ecole Supérieure de Technologie - Fès	PES	Examineur
Pr AKDEMIR EVRENDILEK Gulsun	Université Bolu Abant Izzet Baysal	PES	Examinatueur
Pr EZ ZOUBI Yassine	Faculté des Sciences et Techniques - Al Hoceima	PA	Invité
Pr LAIRINI Sanae	Ecole Supérieure de Technologie - Fès	PES	Directeur de thèse
Pr EL OUALI LALAMI Abdelhakim	ISPITS - Fès	PH	Co-directeur de thèse



## Résumé

**Contexte et objectif :** Plusieurs études ont montré l'effet néfaste sur la santé humaine de la consommation excessive des conservateurs et antioxydants synthétiques. Par conséquent, la recherche de nouvelles molécules à base de produits naturels est devenue indispensable pour une éventuelle application dans le domaine agro-alimentaire. L'objectif principal de ce travail a été l'optimisation des activités antibactériennes et antioxydantes des huiles essentielles de 3 plantes de la famille des Lamiacées: *Thymus Serpyllum*, *Mentha Pulegium* et *Mentha Piperita*, seules et en combinaison, et leur valorisation comme conservateurs naturels des aliments. **Méthodes :** En premier lieu, une étude ethnobotanique a été réalisée, auprès des herboristes de la ville de Fès afin d'identifier les plantes aromatiques et médicinales utilisées traditionnellement dans la conservation des aliments. Les HES, des plantes sélectionnées, ont été extraites par hydrodistillation et ont été analysées seules et en combinaison par la Chromatographie Gazeuse couplée à la Spectroscopie de Masse. Ensuite, une évaluation de leurs activités antibactériennes (par diffusion sur disques et microdilution) et antioxydantes (par les techniques de 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle et phosphomolybdène), seules et en mélanges binaires et ternaires a été réalisée. L'optimisation des mélanges a été effectuée par la technique des plans de mélange suivi d'une analyse multivariée. Les formulations optimales obtenues ont été utilisées pour conserver le jus de réglisse de façon traditionnelle et par application d'un champ électrique, ainsi que les huiles végétales d'olive et d'argan dans des conditions accélérées. **Résultats :** L'enquête ethnobotanique a révélé la présence de 32 espèces de plantes, appartenant à 16 familles, utilisées dans la conservation des aliments dans la ville de Fès. La composition chimique des six HES étudiées dans le criblage a révélé la présence de plusieurs composés majoritaires dont les plus abondants étaient : le (E)-nerolidol dans *T. serpyllum*, le pulégone dans *M. pulegium*, le menthofurane dans *M. piperita*, le carvacrol dans *Origanum compactum*, le cis-cinnamaldéhyde dans *Cinnamomum zeylanicum* et l'eugénol dans *Eugenia caryophyllus*. Pour l'activité antibactérienne des huiles individuelles, l'HE de *C. zeylanicum* était la meilleure, suivie de celle de l'*O. compactum*. L'HE qui avait l'activité la plus faible était celle de *T. serpyllum*. L'activité antioxydante des HES de *C. zeylanicum*, *E. caryophyllus* et *O. compactum* était la plus élevée. En testant les effets antibactériens et antioxydants de trois combinaisons binaires des HES de *T. serpyllum*, *M. pulegium* et *M. piperita*, 26 formulations ont donné un effet antibactérien synergique, tandis que les trois mélanges ont été antagonistes au niveau de l'activité antioxydante. L'évaluation de la composition chimiques des mélanges binaires et ternaires des trois HES a démontré que le nombre des composés majoritaires restent presque le même que les HES seules, avec une diminution de leurs pourcentages dans le mélange. La présente étude a également montré que les mélanges ternaires n'avaient pas de valeur ajoutée du côté de l'effet antibactérien. Cependant les deux mélanges binaires 65% *M. pulegium*/35% *M. piperita* et 33% *T. serpyllum*/67% *M. pulegium* ont pu rendre cet effet optimal. L'activité antioxydante optimale a été trouvée par le mélange ternaire 39% *T. serpyllum*/ 28% *M. pulegium* et 33% *M. piperita*. Le mélange binaire 33% *T. serpyllum*/ 67% *M. pulegium* a été utilisé pour conserver le jus de réglisse. L'ajout de ce mélange a prolongé relativement sa durée de conservation, surtout lorsqu'il est combiné avec le champ électrique pulsé. Egalement le mélange ternaire pourvu d'activité antioxydante optimale a été également capable d'inhiber le rancissement oxydatif des huiles d'olive et d'argan, avec une efficacité similaire à celle du BHA. **Conclusion :** Cette étude confirme que l'utilisation des huiles essentielles, seules et en combinaison, comme conservateurs naturels des aliments pourrait avoir un impact sur le marché des condiments, puisqu'ils peuvent offrir des produits sans risque sanitaire, d'une bonne stabilité et d'un goût délicieux pour les consommateurs. Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour optimiser l'activité et résoudre les contraintes de toxicité.

**Mots clés :** Enquête ethnobotanique, Huiles essentielles, *T. serpyllum*, *M. pulegium*, *M. piperita*, *O. compactum*, *C. zeylanicum*, *E. caryophyllus*, Activité antibactérienne, Activité antioxydante, Optimisation, Plan de mélange, Fès-Maroc.



## Abstract

**Context and objective:** Several studies have shown the harmful effect on human health of the excessive consumption of synthetic preservatives and antioxidants. Therefore, the search for new molecules based on natural products has become essential for a possible application in the agro-food field. The main objective of this work was the optimization of antibacterial and antioxidant activities of essential oils of 3 plants of the Lamiaceae family: *Thymus Serpyllum*, *Mentha Pulegium* and *Mentha Piperita*, alone and in combination, and their valorization as natural food preservatives. **Methods:** First, an ethnobotanical study was conducted, through a survey, among herbalists in the Fez city to identify the aromatic and medicinal plants traditionally used in food preservation. The EOs of the selected plants were extracted by hydrodistillation and were analyzed, alone and in combination, by Gas Chromatography coupled to Mass Spectroscopy. Then, an evaluation of their antibacterial (by disk diffusion and microdilution) and antioxidant (by 2,2-diphenyl 1-picrylhydrazyl and phosphomolybdenum techniques) activities, alone and in binary and ternary mixtures was performed. The optimization of the mixtures was carried out by the mixture design technique followed by a multivariate analysis. The optimal formulations obtained were used to preserve licorice juice in the traditional way and by applying a pulsed electric field, as well as olive and argan vegetable oils under accelerated conditions. **Results:** The ethnobotanical survey revealed the presence of 32 species of plants, belonging to 16 families, used in food preservation in the Fez city. The chemical composition of the six EOs studied in the screening revealed the presence of several major compounds of which the most abundant were: (E)-nerolidol in *T. serpyllum*, pulegone in *M. pulegium*, menthofuran in *M. piperita*, carvacrol in *Origanum compactum*, cis-cinnamaldehyde in *Cinnamomum zeylanicum* and eugenol in *Eugenia caryophyllus*. For antibacterial activity of individual oils, *C. zeylanicum* EO was the best, followed by *O. compactum*. The EO with the lowest activity was *T. serpyllum*. The antioxidant activity of the EOs of *C. zeylanicum*, *E. caryophyllus* and *O. compactum* was the highest. When testing the antibacterial and antioxidant effects of three binary combinations of *T. serpyllum*, *M. pulegium* and *M. piperita* EOs, 26 formulations gave a synergistic antibacterial effect, while the three mixtures were antagonistic in antioxidant activity. The evaluation of the chemical composition of the binary and ternary mixtures of the three EOs showed that the number of major compounds remained almost the same as the EOs alone, with a decrease of their percentages in the mixture. The present study also showed that the ternary mixtures had no added value in terms of antibacterial effect. However, the two binary mixtures 65% *M. pulegium*/35% *M. piperita* and 33% *T. serpyllum*/67% *M. pulegium* could render this effect optimal. The optimal antioxidant activity was found by the ternary mixture 39% *T. serpyllum*/ 28% *M. pulegium* and 33% *M. piperita*. The binary mixture 33% *T. serpyllum*/ 67% *M. pulegium* was used to preserve the licorice juice. The addition of this mixture relatively extended its shelf life, especially when combined with the pulsed electric field. Also the ternary mixture with optimal antioxidant activity was also able to inhibit the oxidative rancidity of olive and argan oils, with a similar effectiveness to that of BHA. **Conclusion:** This study confirms that the use of essential oils, alone and in combination, as natural food preservatives could have an impact on the condiment market, since they can offer products with no health risks, good stability and delicious taste for consumers. However, further research is needed to optimize activity and resolve toxicity constraints.

**Keywords:** Ethnobotanical survey, Essential oils, *T. serpyllum*, *M. pulegium*, *M. piperita*, *O. compactum*, *C. zeylanicum*, *E. caryophyllus*, Antibacterial activity, Antioxidant activity, Optimization, Mixture design, Fez-Morocco.