



## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mr **EL ABDALI Youness**

Soutiendra : le **Jeudi 13/07/2023 à 10H00**

Lieu : **Centre des Etudes Doctorales - USMBA - Amphi 2**

*Une thèse intitulée :*

**Evaluation et valorisation des produits de terroir du Maroc par de  
nouveaux procédés biotechnologiques**

*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 BOUSTA Dalila	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Président
Pr CHAHLAOUI Abdelkader	Faculté des Sciences, Meknès	PES	Rapporteur & examinateur
Pr AOUANE El Mehjoub	Faculté des Sciences, Kenitra	PH	Rapporteur & examinateur
Pr MERZOUKI Mohammed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Rapporteur & examinateur
Pr LAHKIMI Amal	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PH	Examinateur
Pr ELOUTASSI Noureddine	Centre Régional Des Métiers De L'Éducation Et De La Formation, Fès	PES	Co-Directeur de thèse
Pr BOUIA Abdelhak	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse



## Résumé :

Actuellement, le développement des produits de terroir occupe une place primordiale dans la stratégie agricole du Maroc, étant l'un des piliers essentiels du Plan Maroc Vert depuis son lancement en 2008. Suite à une enquête menée dans la région Fès-Meknès pour identifier les produits de terroir les plus couramment utilisés par la population locale, trois produits ont été sélectionnés pour cette étude : l'huile essentielle (HE) de *Lavandula dentata*, le vinaigre de pommes et l'huile d'olive. L'objectif était d'évaluer l'impact des pratiques traditionnelles d'extraction, de préparation et de stockage sur la composition chimique et les propriétés biologiques de ces produits, en utilisant plusieurs approches : *in vitro*, *in vivo* et *in silico*, dans le but ultime de contribuer à la valorisation de ces produits dans les domaines de la phytothérapie, de la cosmétique et de l'agriculture. Par conséquent, le linalool (49,71%) a été identifié par CG-SM comme le principal composant de l'HE de la lavande, suivi du camphre (14,36%) et du bornéol (8,21%). Par le test, *in vitro*, de décoloration du  $\beta$ -carotène, l'HE de lavande ( $IC_{50} = 35,72$  mg/mL) ainsi que son composé majoritaire le linalool ( $IC_{50} = 30,32$  mg/mL) ont montré une activité antioxydante significative contre la peroxydation lipidique. Le même constat a été observé par d'autres tests antioxydants. *In silico*, certains composés, tels que le thymol, le carvacrol et l' $\alpha$ -terpinéol, ont révélé une activité inhibitrice naturelle de la NADPH oxydase. L'HE de lavande a également démontré des propriétés antibactériennes contre des pathogènes d'origine alimentaire, en particulier contre *S. aureus* et *B. subtilis*. La même HE a inhibé totalement (100%) la croissance mycélienne du champignon phytopathogène *B. cinerea*, et a démontré une activité répulsive et une toxicité élevée contre l'insecte ravageur *C. maculatus* avec une mortalité totale à partir de 5  $\mu$ L/L d'air, soutenant ainsi ses effets bio-insecticide et antifongique. Concernant le vinaigre, les résultats de CLHPDAD ont montré que les teneurs en composés bioactifs, notamment l'acide citrique (820,62- 193,63 mg/100g) et l'acide gallique (285,70-54,40  $\mu$ g/g) dépendaient du cultivar de pomme utilisé. *In vivo*, le vinaigre de pomme Golden delicious a présenté une activité anti-inflammatoire significative (37,50%), ainsi qu'un effet antidépresseur (31,07%) et antimicrobien contre *B. subtilis* et *C. albicans* (CMI = 31,81 mg/mL), et une capacité antioxydante totale de 26,45 mg EAA/g. Les résultats relatifs à l'huile d'olive "Picholine marocaine" ont montré que la technique d'extraction affecte la composition en acides gras mono (65,22-72,36%) et poly-insaturés (8,01-12,70%), la teneur en pigments chlorophylliens ainsi que les indices de qualités de l'huile d'olive. Ces indices changent aussi en augmentant considérablement lorsque l'huile d'olive est stockée en présence de lumière ( $K_{232} = 2,36$  et  $K_{270} = 0,89$ ) ou à haute température (acidité = 2,27 %). Par ailleurs, l'ajout de l'HE de romarin à l'huile d'olive extraite de manière traditionnelle a augmenté sa teneur totale en polyphénols jusqu'à un maximum de  $358,95 \pm 11,09$  mg EAG/Kg. La même huile aromatisée au thym a présenté l'activité antiradicalaire la plus élevée contre le DPPH ( $IC_{50} = 123,80$   $\mu$ g/mL), et a entraîné une inhibition totale de la croissance de *S. aureus* et d'*E. coli* après l'ajout de l'HE de thym, d'ail et du romarin. Ces résultats témoignent ainsi des fortes valeurs nutritionnelle et cosmétique ajoutées à l'huile d'olive après son aromatisation.

## Mots clés :

*Lavandula dentata*, vinaigre de pommes, huile d'olive, produits de terroir, phytochimie, bioactivité.



## EVALUATION AND VALORIZATION OF MOROCCAN TERROIR PRODUCTS USING NEW BIOTECHNOLOGICAL PROCESSES.

### Abstract :

The development of terroir products currently occupies a key position in Morocco's agricultural strategy, and has been one of the main pillars of the Green Morocco Plan since its launch in 2008. Following a survey carried out in the Fès-Meknès region to identify the terroir products most commonly used by the local population, three products were selected for this study: *Lavandula dentata* essential oil (EO), apple vinegar and olive oil. The objective was to assess the impact of traditional extraction, preparation and storage practices on the chemical composition and biological properties of these products, using several approaches: *in vitro*, *in vivo* and *in silico*, with the ultimate aim of contributing to the valorisation of these products in the fields of phytotherapy, cosmetics and agriculture. As a result, linalool (49.71%) was identified by GC-MS as the main component of lavender EO, followed by camphor (14.36%) and borneol (8.21%). Using the, *in vitro*,  $\beta$ -carotene decolorization assay, lavender EO ( $IC_{50} = 35.72$  mg/mL) and its major compound linalool ( $IC_{50} = 30.32$  mg/mL) showed significant antioxidant activity against lipid peroxidation. The same finding was observed in other antioxidant tests. *In silico*, certain compounds, such as thymol, carvacrol and  $\alpha$ -terpineol, revealed natural NADPH oxidase inhibitory activity. Lavender essential oils also demonstrated antibacterial properties against food-borne pathogens, in particular *S. aureus* and *B. subtilis*. The same EO totally inhibited (100%) the mycelial growth of the phytopathogenic fungus *B. cinerea*, and demonstrated repellent activity and high toxicity against the insect pest *C. maculatus*, with total mortality from 5  $\mu$ L/L of air, supporting its bio-insecticidal and antifungal effects. For vinegar, HPLC-DAD results showed that the levels of bioactive compounds, notably citric acid (820.62-193.63 mg/100g) and gallic acid (285.70-54.40  $\mu$ g/g), depended on the apple cultivar used. *In vivo*, Golden delicious apple vinegar showed significant anti-inflammatory activity (37.50%), as well as antidepressant (31.07%) and antimicrobial effects against *B. subtilis* and *C. albicans* (MIC = 31.81 mg/mL), and a total antioxidant capacity of 26.45 mg EAA/g. Results for "Moroccan Picholine" olive oil showed that extraction technique affects the composition of mono- (65.22-72.36%) and polyunsaturated (8.01-12.70%) fatty acids, chlorophyll pigment content and olive oil quality indices. These indices also change, increasing considerably when olive oil was stored in the presence of light ( $K_{232} = 2.36$  and  $K_{270} = 0.89$ ) or at high temperature (acidity = 2.27%). Moreover, the addition of rosemary EO to traditionally extracted olive oil increased its total polyphenol content to a maximum of  $358.95 \pm 11.09$  mg GAE/Kg. The same thyme-flavoured oil showed the highest anti-free radical activity against DPPH ( $IC_{50} = 123.80$   $\mu$ g/mL), and exhibited a total inhibition of *S. aureus* and *E. coli* growth after the addition of thyme, garlic and rosemary EOs. These results testify to the high nutritional and cosmetic value added to olive oil after its aromatization.

### Key Words:

*Lavandula dentata*, apple vinegar, olive oil, terroir products, phytochemistry, bioactivity.