

## DÉVELOPPEMENT D'UN BANC DE CARACTÉRISATION ULTRASONORE DE L'HUILE D'OLIVE

Marie Nawal Sabra-Gemayel, Youssef Zaatar, Doumit Zaouk, Elie Honein<sup>1</sup>, Ahmad El  
Hajj<sup>2</sup> et Jamal Assaad<sup>3</sup>

Laboratoire de physique appliquée, LPA, faculté de sciences 2, Université Libanaise, campus  
Fanar, Liban

<sup>1</sup>Université de Balamand, faculté de génie, Balamand, Liban

<sup>2</sup>Université Libanaise, faculté d'agronomie, Liban

<sup>3</sup>IEMN, UMR CNRS 8520, département OAE, université de Valenciennes, Le Mont Houy,  
Valenciennes, France  
marienawal@yahoo.com

### RÉSUMÉ

*L'huile d'olive est reconnue depuis longtemps pour ses vertus alimentaires et nutritionnelles. Ces vertus sont régulièrement confirmées par de nouveaux résultats scientifiques. Pourtant, les huiles d'olive trouvées sur le marché ne sont pas toujours authentiques. Un moyen de frauder est de mélanger l'huile d'olive avec d'autres huiles moins coûteuses telle que l'huile de tournesol. Le but de notre travail est de développer un système de mesure ultrasonore visant à détecter rapidement la fraude dans l'huile d'olive, et ainsi protéger et préserver ce produit de qualité. En utilisant des ondes ultrasonores de fréquence 1.7MHz en mode de transmission, nous obtenons des résultats prometteurs pour la détection du mélange de l'huile d'olive avec de l'huile de tournesol pure. Nos résultats ont donné une vitesse ultrasonore croissante avec l'augmentation de la proportion d'huile de tournesol dans le mélange.*

**Mots-clés:** ultrasons, mesures non destructives, technologies alimentaires, huile d'olive, sécurité alimentaire

### ABSTRACT

*Olive oil has long been renowned for its nutritional and healthy values. These values are being continuously verified by new scientific results. Not all olive oils found in the market are, however, authentic. One of the ways to cheat in olive oil is to mix it with other, cheaper oils. The aim of our study is to develop an ultrasonic measurement system that would quickly detect the fraud in the olive oil and thus protect and preserve this quality product. By using ultrasonic waves of frequency 1.7MHz in transmission through the oils, we have obtained promising results for detection of different mixtures of olive oil with pure sunflower oil. Our results have shown an increasing ultrasonic speed for an increasing percentage of sunflower oil in the mixture.*

**Keywords:** ultrasound, non destructive measurement, food technologies, olive oil, food security

## INTRODUCTION

L'huile d'olive, qui est majoritairement produite dans les pays méditerranéens (Vossen, 2007), est reconnue depuis longtemps pour ses vertus alimentaires et nutritionnelles. Au Liban, le contrôle de sa qualité et le développement de sa production représentent ainsi un intérêt national, d'où l'émergence de plusieurs projets de soutien pour aider la production et améliorer la qualité des huiles d'olive libanaises. On pourra citer le projet « L'olio di Libano », réalisé avec le support et la contribution du ministère de l'agriculture, et le LIVCD (Lebanon Industry Value Chain Development), financé par l'USAID. Avec l'aide de ces projets, une norme de certification des huiles d'olive libanaises a été développée. Cela étant, les mesures pour vérifier la conformité des huiles à la norme restent coûteuses, ce qui les rend inaccessibles pour bon nombre d'agriculteurs. Plusieurs problèmes liés à la qualité des huiles d'olive se trouvant sur le marché libanais sont à considérer. Mis à part la qualité de production, on relèvera par exemple une technique de fraude bien connue consistant à mélanger des huiles moins chères aux huiles d'olive.

Dans cet article, nous décrivons la première phase du projet qui a consisté à tester la sensibilité du système envisagé à la dilution de l'huile par d'autres huiles. Nous y détaillons le système de mesure développé ainsi que les résultats obtenus sur le mélange de l'huile d'olive avec de l'huile de tournesol pure.

## APPROCHE EXPÉRIMENTALE ET MÉTHODE

Dans cette partie nous décrivons le banc de mesure et la méthode ultrasonore, ainsi que les échantillons d'huile servant aux mesures.

### Les ondes ultrasonores

Les ondes ultrasonores sont des ondes qui se propagent avec des fréquences légèrement plus élevées que celles du son (de quelques KHz à des centaines de MHz). Elles se propagent de façon mécanique comme le son, et sont donc de nature vibratoire, et souvent inoffensives pour le milieu testé. Ces caractéristiques permettent ainsi leur utilisation dans les domaines d'application du contrôle non destructif et dans les échographies médicales.

### Les ondes ultrasonores dans le domaine alimentaire

Dans le domaine alimentaire, les ondes ultrasonores sont utilisées pour différents types de mesures ponctuelles ou temporelles. Nous citerons, à titre d'exemple les détections d'impuretés, de fissures, d'inclusions d'intrus dans un milieu, en passant par le suivi de la variation de la viscosité d'un milieu homogène (Zhao *et al.*, 2003), ou encore le suivi de la variation de la texture d'un milieu hétérogène (Sabra, 2005).

### Les ultrasons pour mesurer la qualité de l'huile

Les tests locaux actuellement existants de l'huile donnent des résultats précis permettant la certification et l'exportation des huiles. Ces tests sont pourtant complexes, nécessitent du temps, et s'avèrent donc coûteux. D'autre part, les tests classiques d'acidité et de peroxyde utilisés pour la classification des huiles peuvent être biaisés par les éventuels fraudeurs, ce qui les rend non totalement fiables. D'où le besoin d'un moyen permettant des

mesures rapides, sur le terrain: dans les moulins à huile et dans les lieux de vente, et qui donne des résultats suffisamment précis, fiables et difficilement falsifiables.

### Le banc de mesure ultrasonore

Notre banc de mesure comprend des capteurs ultrasonores plans circulaires fonctionnant à une fréquence de 1,7MHz, un récipient de diamètre 6 cm et de hauteur 10 cm, pour contenir l'huile à tester. De plus, le banc comprend également un système d'émission-réception de signal: un générateur de fonctions Agilent33220A et un système de réception ELVIS, adapté au logiciel réception et de traitement de signal LABView (Figure 1).

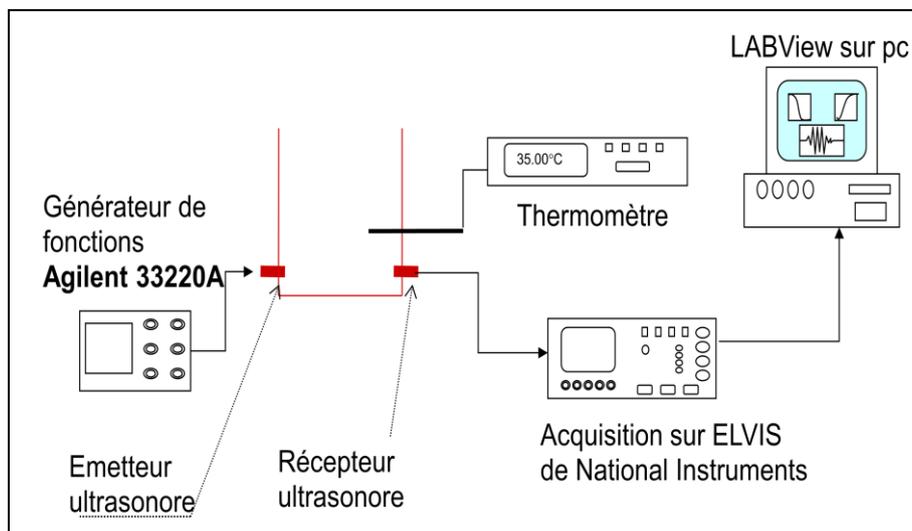


Figure 1. Montage du banc de mesure ultrasonore.

Un thermomètre permet de contrôler la température exacte du liquide. Le temps de propagation de l'onde ultrasonore est mesuré sous une température maintenue à 25°C. La vitesse ultrasonore est calculée à partir du temps de vol ( $t$ ) et de la distance entre les capteurs ( $d$ ) suivant la loi  $v=d/t$ . La distance entre les capteurs est calibrée à partir d'une mesure dans l'eau pure à la même température de 25°C où la vitesse ultrasonore est de 1497m/s (Del Grosso & Mader, 1972).

### Les échantillons étudiés

Le but de notre mesure est de vérifier la capacité du banc de mesure à détecter le pourcentage d'une huile mélangée à l'huile d'olive. Les mesures ont été effectuées sur des échantillons d'huile d'olive et de tournesol pures en provenance du laboratoire LARI (Lebanese Agricultural Research Institute). Pour la mesure, nous avons préparé sept échantillons avec des proportions d'huile de tournesol de 0, 10, 20, 30, 40, 50 et 100% du mélange.

## RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

La vitesse de propagation de l'onde ultrasonore dans chaque mélange d'huile a été mesurée. Les résultats montrent que lorsque le pourcentage d'huile de tournesol augmente, le temps de propagation décroît (Figure 2), donc une vitesse ultrasonore croissante (Figure 3). Le résultat est linéaire à 97,96% ( $R^2=0,9796$ ).

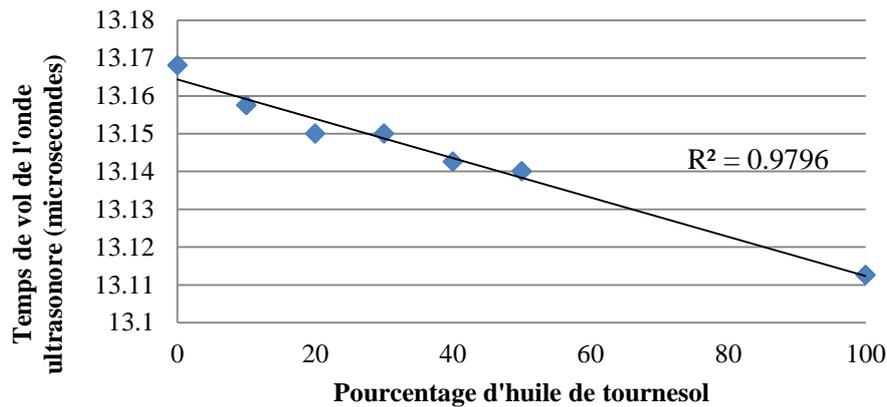


Figure 2. Variation du temps de vol ultrasonore pour les différents pourcentages d'huile de tournesol dans l'huile d'olive.

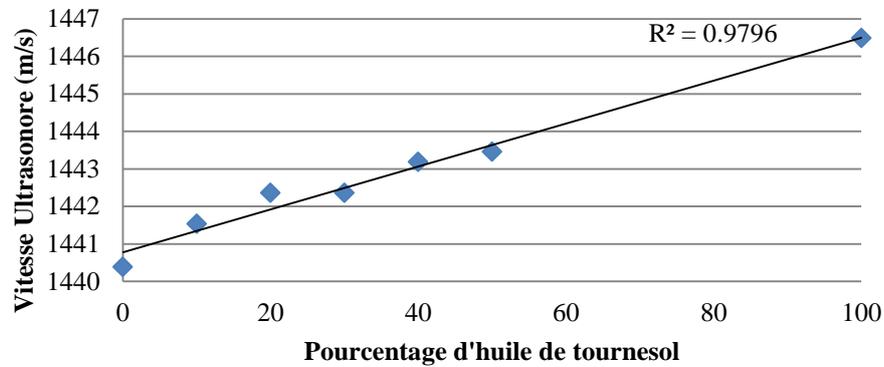


Figure 3. Variation de la vitesse ultrasonore pour les différents pourcentages d'huile de tournesol dans l'huile d'olive.

Afin de valider nos mesures, nous avons aussi mesuré la viscosité des mêmes échantillons dans le rhéomètre ARG2 de TA instruments. Les viscosités relevées sont quasi constantes et sont très peu sensibles à la fréquence de cisaillement pour chacun des échantillons (Figure 4). La moyenne de viscosité est décroissante avec l'augmentation du pourcentage d'huile de tournesol, avec une linéarité de 96,43% (Figure 5).

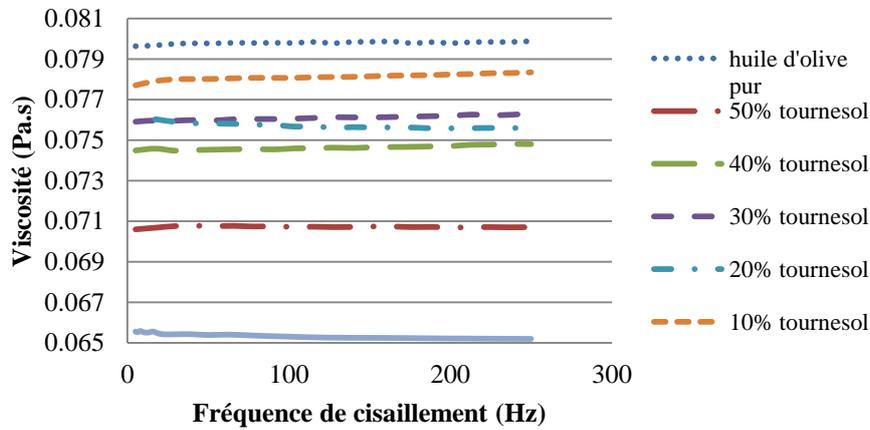


Figure 4. Variation de la viscosité dynamique des échantillons d'huile.

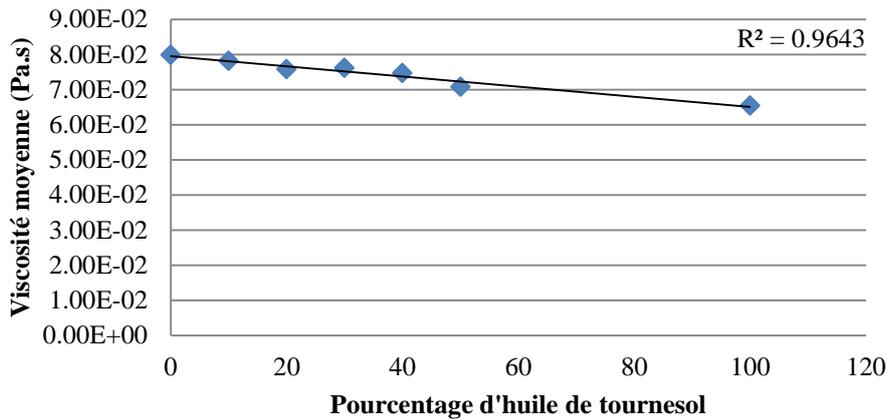


Figure 5. Variation des moyennes des viscosités pour les différents pourcentages d'huile de tournesol dans l'huile d'olive.

### DISCUSSION

Les résultats montrent bien une corrélation entre le temps de vol de l'onde ultrasonore et la viscosité des échantillons d'huile. D'autre part, la littérature donne des corrélations entre la vitesse ultrasonore et la viscosité des milieux (Benedito *et al.*, 2002). Par conséquent, ces résultats sont très prometteurs, bien que des analyses plus approfondies doivent être menées pour la validation de l'approche, et l'établissement d'un lien entre les résultats des mesures ultrasonores et les paramètres des huiles.

### CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Cette étude a montré que les ondes ultrasonores sont capables d'estimer le pourcentage d'huile de tournesol mélangée à l'huile d'olive. Néanmoins, cette étude demande plus d'approfondissement pour être validée et testée sur d'autres méthodes de fraude sur la composition de l'huile d'olive.

### REMERCIEMENTS

Je voudrais remercier tout le personnel du laboratoire LPA, en particulier son directeur Professeur A. Khoury pour sa bienveillance.

### RÉFÉRENCES

- Benedito, J., Mulet, A., Velasco, J., Dobarganes, M.C. 2002. Ultrasonic assessment of oil quality during frying. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 4531–4536.
- Del Grosso, V.A., Mader, C.W. 1972. Speed of sound in pure water. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 52: 1442–1446.
- Sabra, M.-N. 2005. *Développement d'une méthode de mesure ultrasonore pour étudier la dynamique de construction de la cohésion d'un fromage*. Thèse de doctorat de l'Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, France.
- Vossen, P. 2007. Olive oil: history, production, and characteristics of the world's classic oils. *HortScience*, 42: 1093–1100.
- Zhao, B., Basir, O.A., Mittal, G.S. 2003. Correlation analysis between beverage apparent viscosity and ultrasound velocity. *International Journal of Food Properties*, 6: 443–448.