Titre du sujet : Transport de l'oxygène et oxydation des aliments et du vin : de la mesure à la modélisation prédictive

Nom et coordonnées des tuteurs de stage :
Thomas Karbowiak
thomas.karbowiak@institut-agro.fr

Julie Chanut
julie.chanut@agrosupdijon.fr

Nom du laboratoire :
UMR PAM, Institut Agro Dijon, Equipe PCAV Physico-Chimie des Aliments et du Vin,
1 esplanade Erasme, Bâtiment Epicure, 21000 Dijon
www.umr-pam.fr

Contexte et objectif

Pourquoi certains aliments ou vins s'oxydent-ils rapidement alors que d'autres restent stables beaucoup plus longtemps ? Avant même de réagir avec les constituants du produit, l'oxygène doit pénétrer dans la matrice, s'y dissoudre puis diffuser. La vitesse de ces différentes étapes peut fortement dépendre de la composition du produit.

Pourtant, de nombreux modèles d'oxydation considèrent encore que l'équilibre entre l'air et le produit est instantané et que l'oxygène dissous est immédiatement réparti de façon homogène dans l'ensemble de la matrice.

L'objectif de ce stage sera de comprendre et quantifier les phénomènes qui gouvernent le transport de l'oxygène dans différentes matrices alimentaires, afin de distinguer ce qui relève du transfert et de la diffusion de l'oxygène de ce qui relève de sa consommation par les réactions d'oxydation.

Stage associant expérimentation et modélisation

Le stage combinera mesures expérimentales, analyse physico-chimique et modélisation.

Après une analyse ciblée de la littérature permettant d'identifier les méthodes de mesure et les valeurs de référence disponibles, des expériences seront réalisées sur différentes matrices modèles : eau, solutions modèles de vin, huiles et autres matrices alimentaires.

La concentration en oxygène sera suivie au cours du temps sous différentes conditions afin de déterminer des paramètres tels que la solubilité, le coefficient de partage, les cinétiques de transfert et le coefficient de diffusion de l'oxygène.

Les données expérimentales seront ensuite utilisées pour développer et valider un modèle décrivant le transport de l'oxygène dans ces différentes matrices.

L'objectif à plus long terme est de pouvoir intégrer ces phénomènes de transport aux mécanismes d'oxydation afin de mieux prédire l'évolution de la qualité et la durée de vie des aliments et du vin au cours du stockage.

Compétences développées

Le stage permettra de développer des compétences en physico-chimie des aliments, mesures d'oxygène, phénomènes de transfert et de diffusion, traitement de données et modélisation.

Profil recherché : étudiant(e) en Master 2 ou dernière année d'école d'ingénieur avec un intérêt pour la physico-chimie, les sciences des aliments, l'œnologie, les phénomènes de transport ou la modélisation.

Période : 2027 – date de début flexible, à définir avec le/la candidat(e)

Gratification : selon le taux légal en vigueur en 2027 (environ 680 €/mois)

Topic title: Oxygen transport and oxidation in food and wine: from experimental measurements to predictive modelling

Name and contact information of the internship supervisors:
Thomas Karbowiak
thomas.karbowiak@institut-agro.fr

Julie Chanut
julie.chanut@agrosupdijon.fr

Laboratory name :
UMR PAM, Institut Agro Dijon, Equipe PCAV Physico-Chimie des Aliments et du Vin,
1 esplanade Erasme, Bâtiment Epicure, 21000 Dijon
www.umr-pam.fr

Scientific context and objectives

Why do some foods and wines oxidize rapidly whereas others remain stable for much longer?
Before reacting with food or wine components, oxygen must first enter the product, dissolve and diffuse through the matrix. The rates of these processes can vary considerably depending on the composition and physical properties of the product.
However, oxidation studies often rely on simplifying assumptions, considering that equilibrium between air and the liquid phase is instantaneous and that dissolved oxygen is immediately and homogeneously distributed throughout the product.
The aim of this internship is to challenge these assumptions by quantifying oxygen transport and diffusion in different food matrices and separating these physical processes from oxygen consumption through chemical reactions.

Combining experiments and modelling

The project will combine experimental measurements, physical chemistry and modelling.
Following a focused review of available oxygen measurement techniques and reference transport parameters, experiments will be conducted on different model systems, including water, model wine solutions and oils.
Oxygen concentrations will be monitored over time under different storage conditions to determine key parameters such as oxygen solubility, partition coefficients, mass-transfer kinetics and diffusion coefficients.
The experimental results will then be used to develop and validate a model describing oxygen transport within the different matrices.
Ultimately, this approach will contribute to coupling oxygen transport with oxidation reactions in order to better predict product evolution and the shelf life of food and wine during storage.

What you will learn

The internship will provide hands-on experience in food physical chemistry, oxygen measurement, mass transfer and diffusion, experimental data analysis and mathematical modelling.

Candidate profile: Master's student (M2) or final-year engineering student with an interest in physical chemistry, food science, wine science, transport phenomena or modelling.
Duration: 6 months
Starting date: Flexible, to be agreed upon with the selected candidate during 2027
Stipend: According to the statutory rate applicable in France in 2027 (approximately 680€/month).