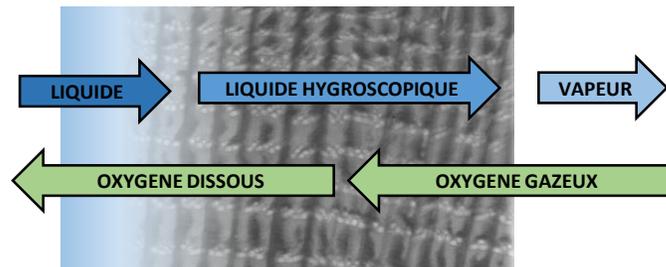


Meilleure compréhension de la dynamique des transferts d'oxygène en présence du front d'imbibition du liquide à partir de la surface interne du tonneau

ROUSSEY Claire, COLIN Julien, TEISSIER DU CROS Rémi, CASALINHO Joel, PERRE Patrick

ÉCHELLE DOUELLE: ÉTUDE AU LABORATOIRE

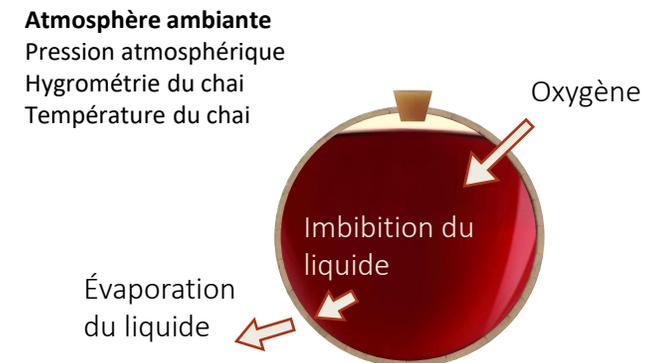
1. Approche incrémentale
 - Suivi de l'imbibition du liquide
 - Étude du transfert d'oxygène
2. Étude des phénomènes couplés



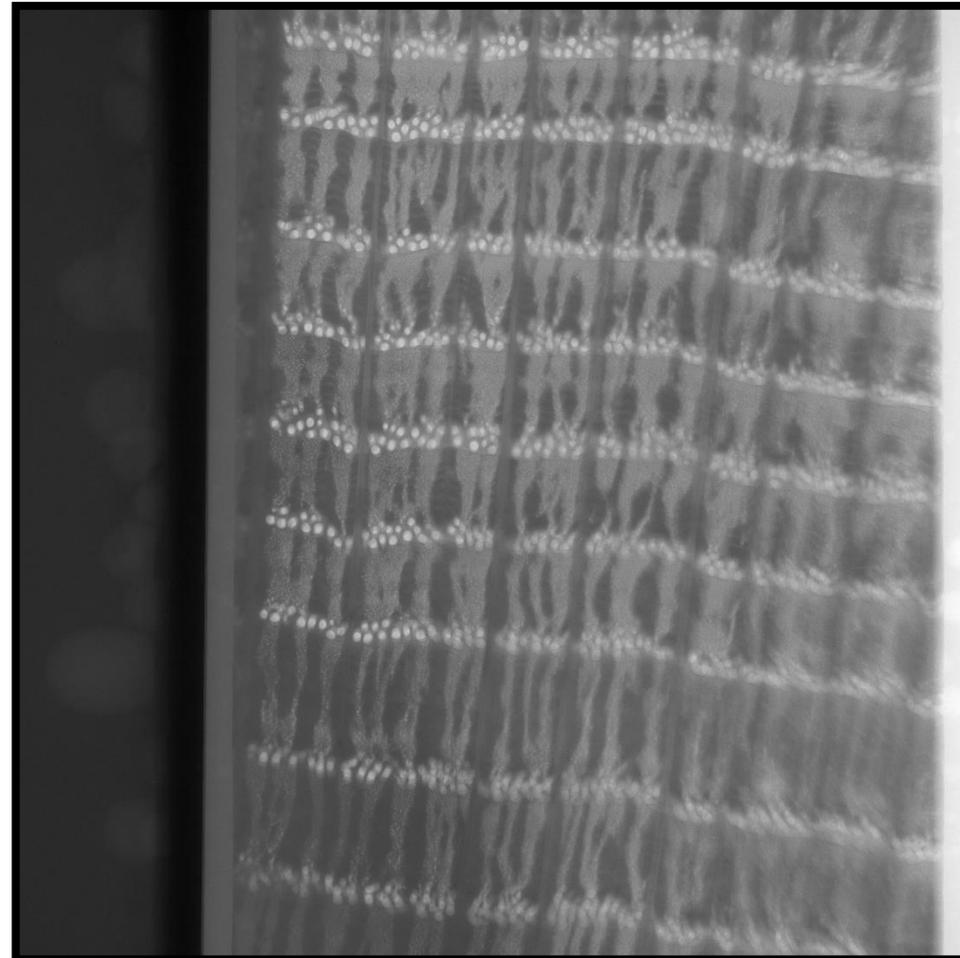
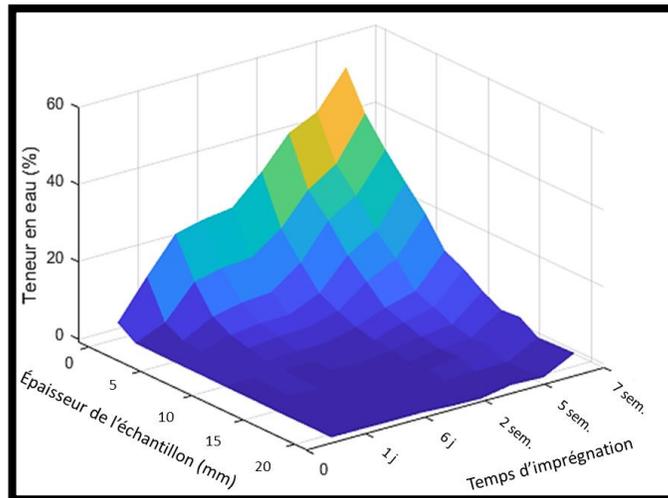
ÉCHELLE DU TONNEAU: ÉTUDE EN CHAI

Expérimentation lors d'un élevage d'un vin

- Suivi de la variation du taux d'oxygène
- Suivi de la perte de liquide



Étude expérimentale du transfert de liquide dans le bois de chêne de tonnellerie par imagerie à rayons X



7^{ème} Journées du GDR3544 Sciences du bois
Cluny, France, 20-22 Novembre 2018

Étude expérimentale du transfert de liquide dans le bois de chêne de tonnellerie par imagerie à rayons X

ROUSSEY Claire^{1,2}, COLIN Julien¹, TEISSIER DU CROS Rémi², CASALINHO Joel¹, PERRÉ Patrick¹

¹ LGPM, CentraleSupélec, Université Paris-Saclay, rue Joliot Curie, Gif-sur-Yvette, France
² Chêne & Cie, 250 rue des droits de l'Homme, 33240 Saint André de Cubzac, France
claire.roussey@centralesupelec.fr

Contexte

- La **maturation en fût de chêne** améliore les qualités organoleptiques des vins et spiritueux. La perméabilité du bois permet une **lente oxygénation** et favorise ainsi l'évolution des composés phénoliques. Plusieurs processus physiques se produisent pendant la maturation et affectent l'échange gazeux à travers le fût en chêne.
- Le bois, matériau poreux et hygroscopique, est **imbibé par le vin** au cours du temps de maturation. La **diffusion d'oxygène** à travers le fût diminue avec l'augmentation du taux d'humidité du bois.

Objectifs

- Analyser de manière approfondie ces **phénomènes couplés complexes** grâce à des **dispositifs expérimentaux originaux**.
- Developper un **système d'imagerie à rayons X**, et un support échantillon adéquat afin d'étudier l'imbibition du liquide dans le bois à long terme.
- Réaliser un **traitement d'images** pour l'analyse du transfert du liquide hygroscopique et du liquide libre dans le bois.
- Déterminer les transferts de liquide en fonction de l'anatomie du bois de chêne de tonnellerie.

Dispositif expérimental

Bois de chêne dans son support Source de rayons X (Hamamatsu L8601-01)

Détecteur de rayons X (Fibre Optic Imager, Photonix Science) Joins pour assurer l'étanchéité

Échantillon placé dans de la silicone Support échantillon

Système d'imagerie à rayons X

Prises d'images régulières sur plusieurs semaines d'imprégnation.

Différentes modalités sont étudiées :

- L'espèce de chêne (*Quercus petraea* et *Quercus robur*)
- La largeur de cerne (Large et Étroit)
- La chauffe du tonnelier (Non chauffé, Chauffe forte)
- Le liquide en contact (Eau et Alcool à 40 %)

Traitement d'images

Pour chaque pixel (x, y) , l'**atténuation $A(x, y)$ du faisceau X** est mesurée par la formule suivante :

$$A(x, y) = \frac{I(x, y) - I_0(x, y)}{I_0(x, y) - I_{air}(x, y)}$$

Après calibration du dispositif expérimental, l'**atténuation est reliée à la densité du matériau** par la relation suivante :

$$\ln A = I_{air} \rho + I_0 \left(1 - \exp\left(\frac{\rho}{2}\right) \right)$$

- Les **variations de densité locales** indiquent le changement de teneur en eau de l'échantillon.
- Au préalable, une **corrélation d'images** est nécessaire pour comparer les mêmes plages de pixels.
- Le **gonflement du bois** est calculé pour déduire :
 - Le transfert de liquide dans le domaine hygroscopique
 - Le changement de densité du matériau

Résultats préliminaires

Traitement initial des images expérimentales :

- Suppression du bruit
- Suppression des pixels aberrants

Choix stratégique des points et zones d'étude :

- Utilisation des vaisseaux déformés prises à des temps d'imprégnation proches

Corrélation d'images :

- Image de référence et image déformée prises à des temps d'imprégnation proches

Gonflement du bois à 7 semaines d'imprégnation

Gonflement du bois au cours du temps d'imprégnation

Teneur en eau à 7 semaines d'imprégnation

Variation de la teneur en eau au cours du temps d'imprégnation

- À chaque mesure d'imprégnation, détermination de la **nouvelle position** des éléments du bois
- Mesure du gonflement des parois cellulaires du bois
- Mesure de la variation de densité des mêmes éléments anatomiques du bois
- Analyse du transfert du liquide dans le domaine **hygroscopique** à l'aide de la mesure du gonflement du bois
- Analyse du transfert du liquide libre dans le bois par la comparaison de la densité du matériau obtenue par l'atténuation des rayons X

Perspectives

- Analyse approfondie de l'effet de la largeur de cerne, de l'espèce de chêne, de la chauffe et de la nature du liquide sur l'imprégnation
- Deuxième campagne de mesure :
 - Utilisation d'un vin modèle comme liquide d'imprégnation
 - Mesure du taux d'oxygène en face avant et en face arrière de l'échantillon pendant l'imprégnation du liquide

B12