

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES, STRUCTURE INTERNE ET MÉCANISMES DE TRANSFERT DE L'OXYGÈNE DANS LE LIÈGE¹

par Aurélie LAGORCE-TACHON

Synthèse par Gérard CUVELIER²

Le liège est utilisé depuis des siècles pour obturer les bouteilles de vin du fait de ses propriétés mécaniques, de son imputrescibilité et pour l'étanchéité globale qu'il procure. Toutefois, cette étanchéité n'est que partielle, le liège permettant les échanges gazeux entre le vin et l'environnement extérieur. Les phénomènes de transfert d'oxygène qui se produisent au niveau du bouchon sont cruciaux pour permettre l'évolution de la qualité des vins au cours de leur vieillissement, cette évolution impliquant de nombreuses réactions d'oxydo-réduction.

Aurélie Lagorce-Tachon s'est fixé comme objectifs d'une part de mieux connaître la structure interne du bouchon de liège naturel et ses propriétés mécaniques en fonction du taux d'hydratation et d'autre part d'identifier le mécanisme limitant le transfert d'oxygène dans le liège. Elle a également étudié l'effet de la compression du bouchon et le rôle de l'interface verre/bouchon sur le phénomène de transfert. Un des intérêts de son travail est ainsi d'être au plus prêt des conditions effectives d'utilisation du liège.

L'utilisation des techniques de radiographie et tomographie neutron a permis d'accéder de façon non destructive à la structure interne du bouchon de liège et à la présence de défauts (lenticelles). La tomographie permet d'obtenir une image reconstituée en 3D du matériau. Les résultats obtenus, rapprochés de la méthode de tri visuel effectué en production par observation de la surface du bouchon, ont permis de valider la pertinence de ce type de contrôle. Pour une approche plus poussée en milieu industriel, si la méthode de caractérisation par neutron n'est pas envisageable, la tomographie aux rayons X, technique pour laquelle des équipements se développent actuellement, devrait être applicable à terme. Des résultats avec cette technique ont également été obtenus par Aurélie Lagorce-Tachon.

La mesure des propriétés mécaniques du liège en fonction de la teneur en eau a permis de montrer l'existence d'un seuil d'humidité relative (environ 50% à 25°C) en deçà de laquelle la rigidité du matériau et sa limite de déformation réversible pourrait entraîner un endommagement des cellules lors de la compression lors de la mise en place du bouchon sur la bouteille.

Le principal apport du travail, directement lié à la finalité même de l'utilisation du liège comme obturateur est sans nul doute l'étude du phénomène de diffusion de l'oxygène dans le dispositif bouchon/bouteille. Pour ce qui est de la diffusion dans le liège lui-même, au vu de ses résultats de perméation à pression d'oxygène variable, l'auteur prend nettement position pour un mécanisme limitant gouverné par la diffusion au travers des parois cellulaires suivant la loi de Fick. Le débat reste ouvert sur le rôle des plasmodesmes (canaux d'une 100^{aine} de nm de diamètre) qui permettraient la diffusion au travers des parois. Le coefficient de diffusion dans le liège ne semble pas affecté de façon majeure par la compression du bouchon lors de la mise en place dans le goulot de la bouteille. Aurélie Lagorce-Tachon a également mis en évidence le rôle déterminant que

¹ Thèse soutenue le 10 décembre 2015 pour obtenir le grade de docteur en Sciences de l'Alimentation de l'Université de Bourgogne Franche-Comté.

² Membre correspondant de l'Académie d'Agriculture de France. Professeur à AgroParisTech, Directeur Adjoint de l'UMR AgroParisTech-INRA Ingénierie Procédés Aliments.

pourrait jouer l'interface verre/bouchon dans le transfert d'oxygène vers l'intérieur de la bouteille ouvrant ainsi la nécessité de considérer les possibilités de gérer cette interface par la gestion de la géométrie du bouchon et du goulot ou par traitement de surface du liège ou du verre.

Les travaux de thèse d'Aurélien Lagorce-Tachon ont le mérite d'avoir été conduits dans des conditions proches de l'utilisation réelle du liège, ils en permettent ainsi la transposition pratique. Ils ont été menés dans le cadre d'une collaboration déjà bien installée entre trois équipes de l'Université de Bourgogne/Franche Comté dont les complémentarités s'avèrent précieuses pour ce type d'approche et concourent à sa réussite. Ont ainsi été mobilisées les compétences en physicochimie des biopolymères de l'équipe Procédés Alimentaires et Physicochimie de l'UMR PAM (Procédés Alimentaires et Microbiologiques), en science des matériaux nanostructurés de l'équipe Adsorption sur Solides Poreux du Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne, et en œnologie de l'Institut Universitaire de la Vigne et du Vin.

L'application d'une telle approche et sa mise en œuvre pour l'étude de l'évolution des propriétés du dispositif bouchon de liège/verre au cours du vieillissement de la bouteille de vin dans des conditions réelles de conservation paraît possible et prometteuse.