



## Hygiène des surfaces : optimisation des procédures par une meilleure compréhension des phénomènes de bio-adhésion

P.Poupault : IFV Pôle Val de Loire – Centre - Tél : 02 47 88 24 20 [pascal.poupault@vignevin.com](mailto:pascal.poupault@vignevin.com)

### Mécanismes d'adhésion, altérations et procédures d'hygiène

#### Contexte

De la récolte au conditionnement final, l'élaboration du vin est une succession d'étapes qui voient le raisin, le moût et le vin soumis à de nombreuses sources d'altération préjudiciables à sa qualité nutritionnelle et organoleptique. La diversité des matériels, des matériaux les constituant et de leur aptitude au nettoyage (nettoyabilité) représentent les principales origines des contaminations. Elles sont favorisées par les atmosphères souvent confinés et humides qui règnent dans les unités de vinification.

Si la filière est en train de digérer la pression réglementaire pour faire du vin un produit agroalimentaire des plus « traçable », et si elle a su adapter ses produits aux marchés, l'état des lieux (suivi aval qualité, concours) fait état de problèmes récurrents liés à la mauvaise maîtrise des sources d'altérations (microorganismes et leurs vecteurs : contaminations croisées) qui ont souvent pour origine le matériel et son état d'hygiène. L'évolution des pratiques (maturité, vins moins acides, sulfitage moins important, temps de stabilisation plus court, filtrations moins serrées, ...) y contribue également, paradoxalement, en augmentant les risques d'altération.

Les récentes études (programme FAM sur les sources de contaminations des levures du genre *Brettanomyces*) confirment l'importance du niveau d'hygiène des matériels dans la maîtrise des vecteurs d'altérations au cours des phases d'élevage. Si le ciment ou l'époxy laisse de plus en plus la place à l'inox, les sources de non-qualité demeurent.

#### Objectifs

Devant ce constat, et dans le cadre d'un programme de recherche initié en 2012, la filière (IFV, InterRhône) s'est associée à des experts de la bio-adhésion (AgroParisTech) et de la mécanique des fluides (Cetim).

Un travail à l'échelle du laboratoire, sur boucle d'essai pilote mais aussi sur site avec des moyens adaptés, a été mis en place. Le RMT (Réseau Mixte de Technologie) CHLEAN (Conception Hygiéniques des Lignes et Equipements et Amélioration de la Nettoyabilité) rassemble de nombreuses compétences en matière de bio-adhésion, de dynamique des fluides et d'aptitude au nettoyage dans l'agroalimentaire sur lesquelles le groupe de travail s'appuie fort logiquement

Il nous appartient dans un premier temps, de mieux comprendre les mécanismes d'adhésion des vecteurs d'altération (aptitude à l'encrassement) en fonction des conditions environnantes (matériau, souillure, microorganisme). L'aptitude de nos microorganismes – dont ceux d'altération - à adhérer et à former des biofilms est étudiée sur différents matériaux, dans des conditions maîtrisées au laboratoire, avec l'aide de la plate-forme microscopique de l'unité UMR MICALIS de l'INRA-AgroParisTech. Le comportement de ces microorganismes en conditions de stress ou de procédures de nettoyage-désinfection sera étudié pour en déterminer les conséquences.



Photo 1

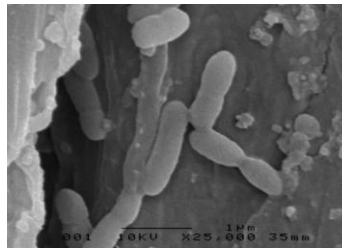


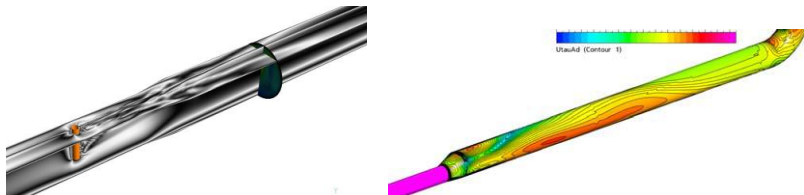
Photo 2

Dans un deuxième temps, l'optimisation des procédures de nettoyages et de désinfection constituera la partie la plus pertinente pour une diffusion vers la filière. Il conviendra alors d'apporter des solutions aux points les plus critiques et d'apporter des outils de diagnostic et d'aide à la décision. Cette optimisation vise des procédures existantes (chimiques) mais n'exclue pas le recours à des solutions innovantes ou plus respectueuses de l'environnement. Les acteurs de la recherche appliquée et du développement seront, ici, les plus sollicités.

A l'échelle « pilote », grâce à un circuit-test (IFV), la simulation numérique doit nous aider à mieux caractériser l'incidence des paramètres liés au flux d'écoulement (débit, température, temps) sur les conditions d'encrassement des surfaces d'une part (pour simuler les opérations de transfert), et celles des opérations de détergence et désinfection d'autre part. Les ingénieurs du Cetim apportent leur contribution dans ce domaine. L'utilisation d'un manchon porte-échantillons au sein de ce circuit-test doit nous permettre de modéliser ces cinétiques d'encrassement et désencrassement sur différents matériaux et l'appui du plateau de microscopie d'AgroParisTech permettra de confirmer les phénomènes d'adhésion ou de décrochement de façon plus pertinente.



Photo 3



Figures 1 et 2

Les travaux sur le sujet sont peu nombreux dans la filière. Si l'optimisation des procédures est possible, dans de nombreux cas, les impasses demeurent : les circuits fermés, tuyauteries et vannes restent des vecteurs importants de contaminations croisées, qui restent tributaires de la nature du matériau et de celle du microorganisme. L'hygiène des contenants en bois est également concernée par ce programme de recherche (InterRhône, IFV).

En parallèle à l'échelle laboratoire et circuit-test, les outils de diagnostic, de suivi les plus pertinents sont recherchés sur les matériels qui posent des problèmes de nettoyabilité. Des suivis sur site (réseau de sites industriels) sont analysés pour confirmer les points critiques, et des bancs d'essai sont mis en place pour optimiser les procédures de nettoyage et désinfection. L'objectif est de réduire les effluents vinicoles tout en améliorant l'efficacité des procédures : du rinçage à la désinfection, chacune des étapes est ainsi étudiée.



Photo 4



Photo 5

Ainsi, la mise en commun des compétences en matières de recherche fondamentales (plateforme de microscopie, simulation numérique des écoulements) et appliquées (hall technologiques, réseaux de sites industriels) doit permettre de mieux comprendre (simulations standardisées et au laboratoire ou sur boucle d'essai) les mécanismes d'adhésion de nos souillures et microorganismes d'altération sur nos matériels et matériaux, en essayant d'en mesurer les conséquences. Elle s'aidera pour cela de technologie et outils les plus adaptés : microscopie électronique, capteurs de flux et d'encrassement, simulation numérique des écoulements. Le travail sur site tiendra compte de ces connaissances pour envisager et proposer une amélioration significative des procédures d'entretien, de nettoyage et désinfection. Cette amélioration aura pour objectif de réduire les sources d'altérations organiques sur les matériels liés aux transferts (pompe, tuyauterie, circuits fermés), aux traitements (clarification), à l'élevage (contenants en bois) et au conditionnement (mise en bouteilles) des vins (IFV, InterRhône).

## Premiers résultats

L'étude *ex vivo* des mécanismes d'adhésion et de formation de biofilms de micro-organismes de la filière a permis de mettre en évidence des différences dans les caractéristiques morphologiques et physico-chimiques des levures testées ainsi que des différences dans leur comportement bioadhésif. Sur les trois surfaces testées et dans les conditions expérimentales utilisées, l'acier inoxydable s'est révélé comme le matériau le plus contaminé. En conséquence, la biocontamination des surfaces dans la filière vinicole dépendrait non seulement de la nature des souches mais également de celle des matériaux au contact.

Sur cet aspect, le travail entrepris sur boucle d'essai a permis, à partir d'un seul de ces micro-organismes d'altération (levures du genre *Brettanomyces*), dans des conditions standardisées (encrassement, procédures, révélation des populations résiduelles), de confirmer l'aptitude à adhérer dans des conditions qui se rapprochent de celles des sites industriels (IFV).

Les études menées par le CETIM ont abouti, à partir des caractéristiques de la tuyauterie du circuit-test, à visualiser la cinétique d'écoulement qui sera associée à une cinétique d'encrassement ou de nettoyage/désinfection pour visualiser les effets sur la biocontamination (par l'intermédiaire du manchon équipé de pastilles extractibles) et estimer l'influence des caractéristiques d'écoulement sur cet encrassement.

Un état des lieux sur quelques chaînes d'embouteillages, a mis en évidence des zones plus contaminées que d'autres et pouvant être à l'origine des problèmes de recontamination. Ainsi la corrélation avec les procédures d'hygiène mises en place a été abordée et confirmée.

Un volet important a été consacré à l'étude des phénomènes de biocontamination à la surface interne des contenants en bois (InterRhône, IFV). Si les différentes techniques de nettoyage testées se sont révélées efficaces pour éliminer la biocontamination surfacique, en revanche elles se sont avérées peu satisfaisantes pour éliminer la biocontamination massique ; une persistance de ces mêmes micro-organismes dans la profondeur du bois a pu être observée. Ces micro-organismes résiduels, qui peuvent être des micro-organismes d'altération (levures du genre *Brettanomyces*), semblent résister à la plupart de ces techniques de nettoyage en se réfugiant en profondeur du matériau et, aspect important, en adoptant une forme de vie singulière : cellules viables non cultivables (VNC).

**Copyright MatéVi. Toute reproduction totale ou partielle des contenus est strictement interdite. Pour pouvoir les diffuser, contactez-nous.**