

Diminution de l'impact de la buée sur les propriétés optiques de surfaces transparentes par texturation de surface

N. PIONNIER^a, E. CONTRAIRES^a, R. BERGER^b, M. GUIBERT^a, S. BENAYOUN^a, S. VALETTE^a

a. Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes (LTDS); courriels : nicolas.pionnier@doctorant.ec-lyon.fr; stephane.valette@ec-lyon.fr

b. PSA Peugeot Citroën

Résumé :

La buée est un ensemble de gouttelettes d'eau qui se forment à la surface des objets. La formation de buée peut être problématique. Cela est, par exemple, le cas sur des surfaces transparentes où la présence de buée altère les propriétés de transmission de la lumière. Pour limiter la formation de buée, deux approches peuvent être envisagées : soit en limitant la présence d'eau sur les surfaces (traitement pour des surfaces hydrophobes), soit en étalant les gouttelettes pour créer un film d'eau uniforme de faible épaisseur (traitement pour des surfaces hydrophiles). Actuellement, les techniques industrielles utilisent surtout l'approche hydrophile en essayant de former des films d'eau. Cette approche hydrophile est obtenue par revêtement chimique des surfaces. L'inconvénient majeur de cette approche est double : tout d'abord il ne s'agit pas d'une stratégie pérenne. Avec le temps, les molécules se détachent de la surface ou perdent leur fonction. Ensuite, les traitements chimiques utilisés ne sont pas respectueux de l'environnement. Notre approche consiste à proposer un traitement physique de surface, par texturation topographique. Ce traitement anti-buée devra évidemment respecter les contraintes optiques imposées par les fonctions des surfaces. Afin d'étudier l'approche choisie, nous avons mis en place un dispositif de génération, de contrôle et de caractérisation de buée.

Abstract :

Dew is a group of droplets condensed on object surfaces and its formation can be problematic. As an example, it is unwilling on transparent surfaces where dew alters light transmission properties. In order to limit the formation of dew, two approaches exist: limiting the presence of water on surfaces (treatment for hydrophobic surfaces), or spreading droplets to create a uniform water film (treatment for hydrophilic surfaces). Nowadays, industrial applications essentially use the hydrophilic approach trying to

obtain water films. The hydrophilic effect is obtained by chemical coating. However, this chemical method has a limited lifetime and is not eco-friendly. Our approach differs by presenting a physical surface treatment by topographic texturation. That is why, a dew control and observation apparatus has been developed.

Mots clefs : Condensation, Buée, Mouillage, Polymère, Texturation, Propriétés Optiques

1 Introduction

Pour améliorer la visibilité à travers les surfaces optiques recouvertes de buée, la connaissance des propriétés de mouillage joue un rôle prépondérant. Il est possible de modifier les conditions de mouillabilité d'une interface en modifiant les propriétés chimiques et/ou topographiques de cette même interface. Pour le cas particulier des traitements anti-buée, l'approche chimique est la solution privilégiée des industriels. Cependant, elle représente un coup non négligeable et se dégrade dans le temps perdant à terme son caractère anti-buée. L'approche topographique, étudiée dans ces travaux, a déjà été fortement explorée pour optimiser le rendement des condensateurs et ainsi favoriser l'apparition d'eau liquide [1]. Contrairement à Zamuruyev et al., nous souhaitons limiter la présence de gouttes sur une surface de polycarbonate soit en créant un film liquide homogène soit en cherchant à faire déperler ces gouttes. Nous avons pour cela mis en place des méthodes de texturation de surface et créé un dispositif expérimental de formation et de suivi de la buée que nous détaillerons par la suite.

2 Texturation de surfaces

Les surfaces en polymère sont texturées par laser femtoseconde. Ce type de laser permet des usinages de qualité sur des dimensions micrométriques et cela en limitant les interactions laser/matière [2] [3] [4]. Deux approches se distinguent : la voie directe où le laser modifie la surface par interaction directe avec elle [2] et la voie indirecte dans laquelle un moule est texturé, puis la surface reproduite par injection plastique (FIGURE 1). Dans notre cas de figure industriel, la méthode indirecte a été privilégiée. En effet, cette dernière ne génère pas d'étape supplémentaire dans la chaîne de production.

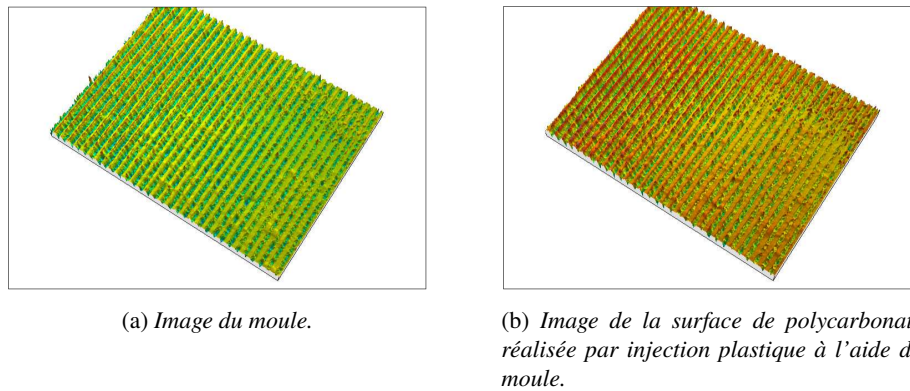


Figure 1: Image prise par interférométrie optique (grossissement $\times 10$) d'une texturation réalisée sur un moule et d'une surface de polycarbonate réalisée avec ce moule par injection plastique. Les rainures font environ $15 \mu\text{m}$ de large et $1 \mu\text{m}$ de profondeur.

3 Procédure et dispositif expérimentaux de suivi de la buée

Afin d'étudier les propriétés des surfaces texturées de manière contrôlée et répétable [3], une enceinte pilotée en température et en humidité relative à été mise en place (FIGURE 2). L'humidité est apportée par un mélange d'air sec et d'air saturé en eau permettant d'atteindre des taux d'humidité allant de 0% à 90%.

Afin de localiser l'apparition de buée seulement au niveau de l'échantillon, celui-ci est placé sur une surface réfrigérée. Cela permet à l'échantillon d'atteindre une température inférieure à celle du point de rosée, température sous laquelle l'eau gazeuse commence à se condenser.

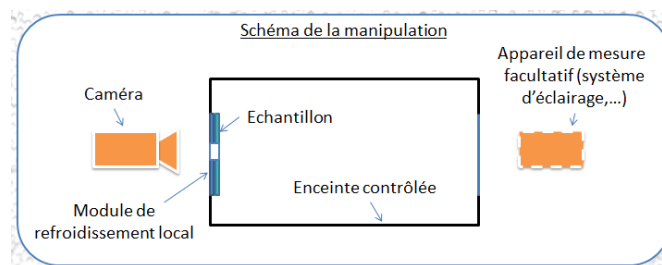
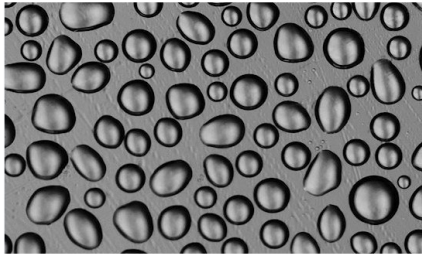


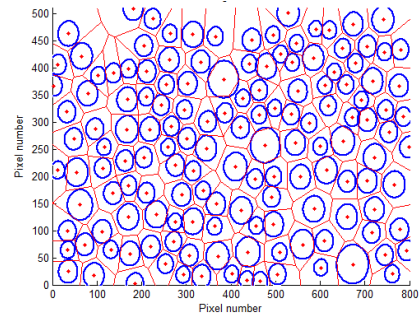
Figure 2: Schéma du dispositif expérimental

L'analyse de l'évolution de la figure de condensation est réalisée au moyen d'une caméra. Une séquence d'images prise en incidence normale par rapport à l'échantillon permet de déterminer le positionnement des gouttes, leur nombre, leur rayon, ... au

cours du temps. Ces informations sont obtenues par traitement d'images (FIGURE 3) [5] [6]. Les premiers résultats obtenus avec le dispositif expérimental seront présentés et l'impact de la texturation de surfaces sur la morphologie de la buée sera discuté. L'accent sera notamment mis sur la cinétique de croissance des gouttes et sur l'obtention d'un film liquide.



(a) Photographie d'une figure de condensation



(b) Traitement de la photographie

Figure 3: Exemple d'une image traitée

Références

- [1] Zamuruyev, K. O.; Bardaweel, H. K.; Carron, C. J.; Kenyon, N. J.; Brand, O.; Delplanque, J.-P. Davis, C. E. Continuous Droplet Removal upon Dropwise Condensation of Humid Air on a Hydrophobic Micropatterned Surface *Langmuir*, 2014, 30, 10133-10142
- [2] Belaud, V. Structuration de surfaces au moyen d'un traitement laser femtoseconde : applications à la fonctionnalisation de surface du polypropylène en vue de sa métallisation, Ecole Centrale de Lyon, 2014
- [3] Valette, S. Influence de la préoxydation d'un acier sur l'adhérence de son revêtement métallique en alumine déposé par voie plasma thermique, Universités de Limoges, (2004).
- [4] Valette, S.; Le Harzic, R.; Audouard, E.; Huot, N.; Fillit, R. Fortunier, R. X-ray analysis of mechanical and thermal effects induced by femtosecond laser treatment of aluminum single crystals *Applied Surface Science*, 2006, 252, 4691-4695
- [5] Castillo, J. E.; Weibel, J. A. Garimella, S. V. The effect of relative humidity on dropwise condensation dynamics *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 2015, 80, 759 - 766
- [6] Medici, M.-G.; Mongruel, A.; Royon, L. Beysens, D. Edge effects on water droplet condensation *Phys. Rev. E, American Physical Society*, 2014, 90, 062403