



## **Étude et stratégies de contrôle des écoulements aérodynamiques affectant la trajectoire des gouttelettes dans une imprimante industrielle à jet d'encre**

Ces dernières années, l'impression à jet d'encre a pris de l'importance, notamment en raison de la numérisation des processus. L'impression numérique permet de personnaliser aussi bien des produits plats que des produits cylindriques tels que des tubes ou des gobelets. C'est dans ce dernier domaine que Polytype SA, l'un des leaders mondiaux de la décoration d'emballages, développe ses machines d'impression industrielle. Plusieurs têtes d'impression projettent des gouttelettes d'encre sur un substrat. Le produit est fixé sur un mandrin rotatif, ce qui permet d'imprimer toute la surface du produit. Actuellement, il est possible de décorer plus d'une centaine de pièces par minute. Le jet d'encre étant une technologie d'impression sans contact, des gouttelettes d'encre de quelques dizaines de pico litres sont éjectées à une vitesse proche de 6m/s sur une distance inférieure à 5mm. Lorsque cette distance est trop importante, la trajectoire des gouttelettes est déviée par des flux d'air. Le mouvement relatif entre le substrat et la tête d'impression, l'interaction entre le flux induit par le jet de gouttelettes et le flux induit par le mouvement du substrat, ou les flux induits par d'autres éléments dans l'environnement, comme par exemple l'aspiration d'aérosols, entraînent des flux complexes transitoires qui peuvent compromettre la qualité de l'impression.

Sur les machines Polytype, le cycle d'impression comprend une première phase de déplacement du produit sous les têtes d'impression et une seconde phase d'impression. Le positionnement du produit génère des flux transitoires nuisibles au processus d'impression. Il est actuellement nécessaire de retarder le début d'impression de quelques dizaines de millisecondes afin de les stabiliser. La cadence de production d'une imprimante numérique étant très inférieure à celle d'un procédé offset standard, l'objectif est de raccourcir le temps de cycle et de réduire/supprimer ce délai. Les flux dans la machine sont complexes car ils résultent d'une combinaison de mouvements de translation et de rotation, ainsi que de l'aspiration d'aérosols. Il est donc essentiel de comprendre leurs origines afin de pouvoir les contrôler pour réduire les instabilités et augmenter les vitesses d'impression.

Pour comprendre l'origine des écoulements, une approche expérimentale et un modèle numérique sont mis en place. Un banc d'essai a été développé pour représenter le plus fidèlement possible les conditions de la machine industrielle (géométrie et dynamique). Un système de mesure PIV (Particle Image Velocimetry) a été intégré au banc d'essai afin de visualiser et de quantifier les écoulements dans la zone d'impression en utilisant l'extension PIVlab de Matlab. En parallèle, un modèle numérique a été développé à

l'aide du logiciel Ansys Fluent. Dans un premier temps, plusieurs configurations d'étude ont été mises en place dans le but de construire le modèle en intégrant le positionnement du produit, les jets de gouttelettes d'encre et l'aspiration. Pour définir la dynamique des mouvements, un maillage dynamique "Layering" est mis en œuvre avec les limites contrôlées par les profils de vitesse. Pour générer l'écoulement induit par les gouttelettes d'encre, le module Discrete Phase Model (DPM) est introduit avec les caractéristiques d'impression. La majorité des configurations sont en 2D étant donné le faible rapport d'aspect de la géométrie et afin de réduire considérablement le temps de calcul. Les modèles sont comparés et validés par des mesures expérimentales PIV. Cette première partie permet de comprendre les flux en jeu et l'influence des différents paramètres. Sur la base des résultats obtenus, la deuxième phase s'attache à contrôler les flux en jeu. Pour ce faire, de nouvelles configurations sont étudiées en optimisant soit les géométries, soit la dynamique des mouvements, soit le système d'aspiration. La configuration la plus prometteuse sera développée et introduite dans la machine industrielle pour des tests de qualité d'impression.

Ludovic Bürgy  
Polytype SA

