

# Utilisation de la stéréo-corrélation d'images numériques pour identifier le comportement au séchage d'un tube LVL fabriqué à partir de placage vert

PURBA Citra, VIGUIER Jeffrey, DENAUD Louis, MARCON Bertrand

Arts et Métiers Sciences et Technologies, LaBoMaP, Rue Porte de Paris, 71250 Cluny, France

citra.purba@ensam.eu

## Contexte et objectifs

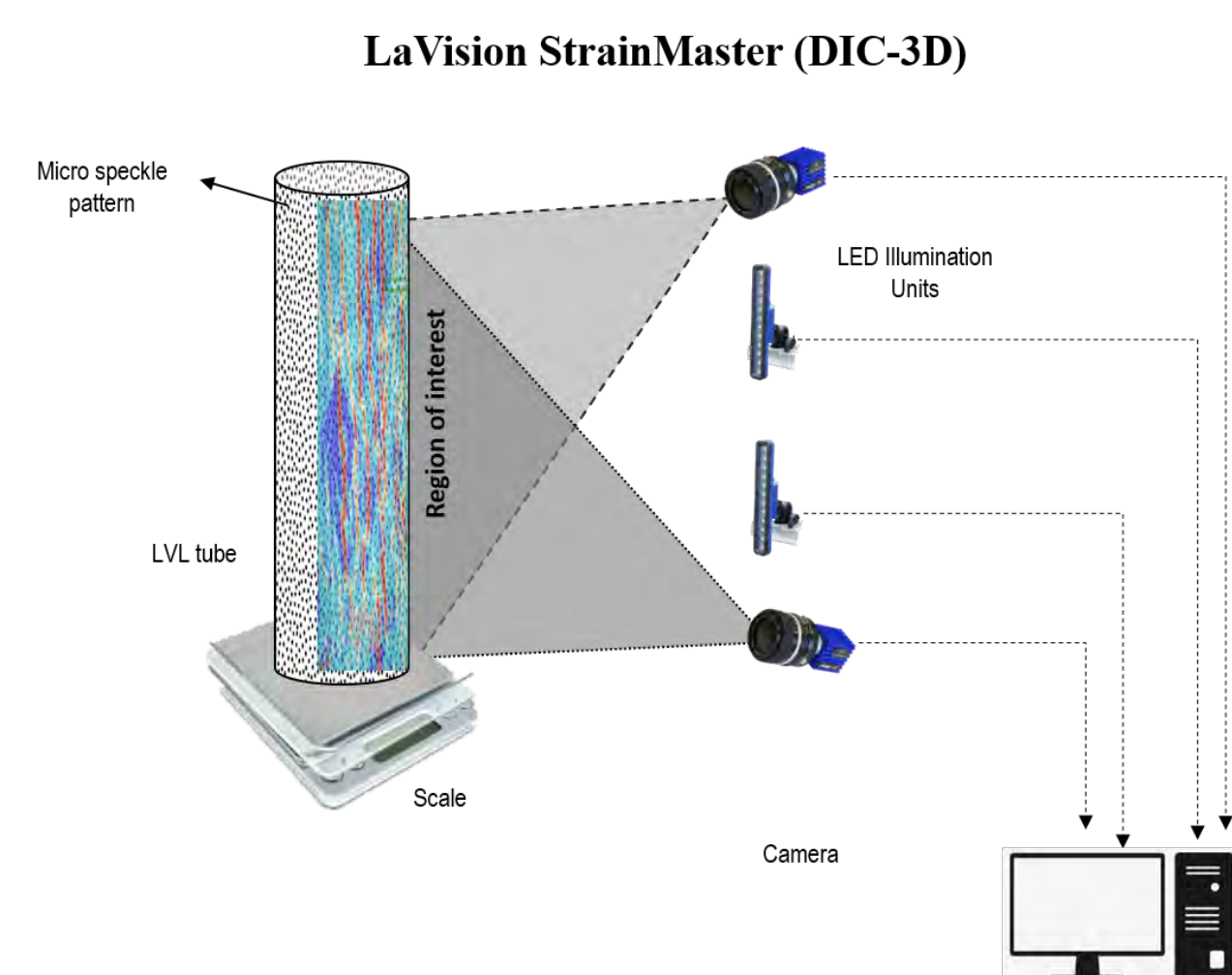
La technologie de fabrication additive est en pleine croissance dans tous les secteurs de l'industrie des matériaux y compris l'industrie du bois. La présente étude s'appuie sur un brevet relatif à un procédé de fabrication additive FR1655422, qui consiste à enrouler et à coller des placages verts pour former des tubes cylindriques. Des études récentes montrent que les tubes creux fabriqués à partir de placages peuvent être utilisés pour des éléments structurels tels que les poutres, les poteaux électriques et les systèmes de clouage de renforcement de sol. Le premier objectif de ce projet est de réaliser un prototype de tube fabriqué à partir de placage vert de hêtre. Le deuxième objectif est de comprendre l'influence de la configuration de l'angle du fil sur le comportement au retrait lors du séchage. Ce dernier a été étudié en utilisant la stéréo-corrélation d'images, qui est de plus en plus utilisée pour l'analyse du retrait du bois.

## Matériel et méthode

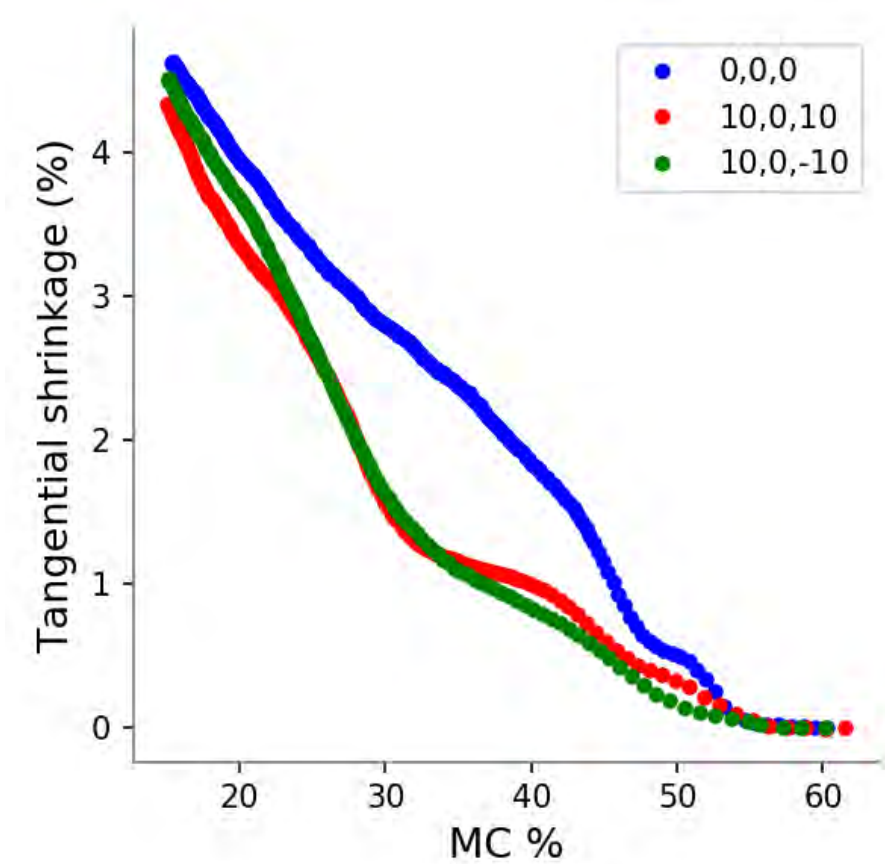
Trois billons de hêtre ont été utilisés. Ces billons ont été immergés dans l'eau à une température de 65 °C pendant 24 heures. Les billons ont ensuite été déroulés en 2 mm d'épaisseur. La surface du placage de hêtre fraîchement coupée a d'abord été recouverte de colle polyuréthane (PU). Les placages verts étaient ensuite roulés sur un cylindre expansible.

Chaque tube de LVL fabriqué était composé de six plis. Trois feuilles de placage de différentes longueurs ont été utilisées en fonction de la circonférence du cylindre. Chaque feuille de placage a été enroulée deux fois autour du cylindre. Trois configurations différentes d'orientation de l'angle du fil par rapport à l'axe du tube ont été utilisées :  $\{0, 0, 0\}$ ,  $\{10, 0, 10\}$ , et  $\{-10, 0, 10\}$ . Un film plastique et du ruban adhésif ont ensuite été placés sur toute la surface du tube afin de maintenir l'humidité des placages et de prévenir tout déplacement pendant le pressage de 24 heures.

Après 24 h, le tube encore à l'état vert est disposé sur une balance et laissé à sécher à l'air libre. La déformation lors du séchage du tube a été mesurée à l'aide d'un système de stéréo-corrélation d'images (DIC-3D) LaVision StrainMaster composé de 2 caméras CCD 2.3 Mpx et de projecteurs LED synchronisés avec la prise d'images. Toutes les heures, le système DIC-3D prend une image du tube et de la balance. Pour chaque tube, la mesure a été effectuée sur une période de 10 jours ou jusqu'à ce que le tube LVL atteigne au moins 15% d'humidité.



## Résultats



### Retrait tangentiel

La valeur a été calculée à partir du profil de retrait local.

Le retrait tangentiel débute au-dessus du point de saturation de fibre (PSF).

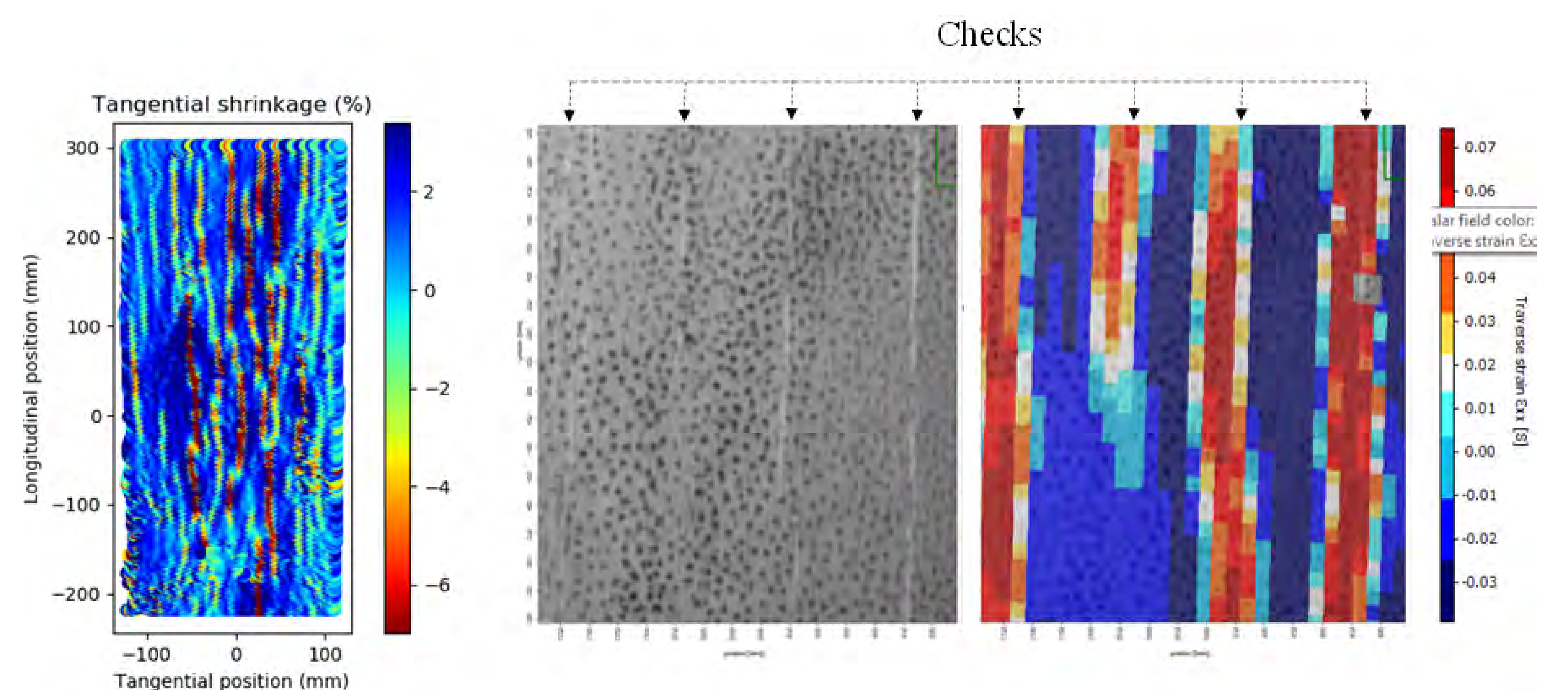
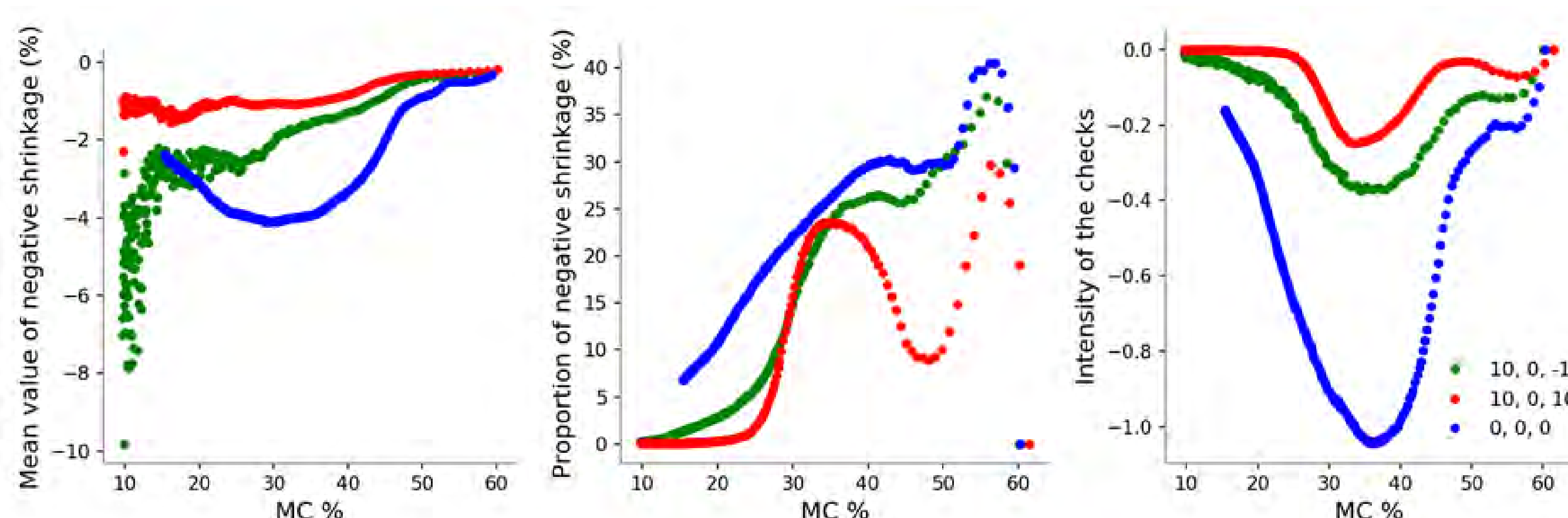
A un taux d'humidité de 15%, le retrait tangentiel le plus élevé a été constaté dans le tube  $\{0,0,0\}$ .

### Champ de retrait et localisation des fissures

La couleur jaune à rouge correspond à la surface où le retrait tangentiel était négatif ce qui correspond à l'endroit où les fissures sont apparues sur la surface.

Le retrait négatif signifie que la distance entre deux points mesurés est devenue plus éloignée au lieu de se rapprocher lorsque la MC diminue.

Les fissures de surface ont commencé à s'ouvrir après une dizaine d'heures à l'air.



### L'intensité des fissures et l'angle du fil

Les fissures s'ouvrent quand l'humidité descend vers le PSF puis se referment.

Le tube  $\{0,0,0\}$  présente plus de fissure que les deux autres.

La présence des fissures atteint un maximum autour du PSF.

Le tube de la configuration  $\{10,0,-10\}$  présente globalement la plus faible intensité de fissuration.

## Conclusion et perspectives

La DIC-3D s'avère adéquate pour mesurer le retrait tangentiel et étudier l'ouverture et/ou fermeture des fissures sur la surface de tube soumis à des variations d'humidité interne mais également certainement pour constater des déformations dues à des chargements mécaniques. La configuration de la pente du fil lors de l'enroulement du tube influence directement le retrait tangentiel du tube. Lorsque l'humidité interne globale atteint 15%, le tube dont les placages sont parallèles à l'axe du tube présente le retrait le plus important, suivi par  $\{10, 0,-10\}$  et  $\{10,0,10\}$ . Le tube de la configuration  $\{10,0,-10\}$  donne la plus faible intensité de fissuration. Néanmoins, les pentes de fil comparées dans cette étude ont été établies lors de la préparation des placages et peuvent être faussées car l'assemblage du tube reste une opération très délicate.

## Remerciements

La réalisation de cette étude a été rendue possible grâce au soutien financier de l'Institut Carnot Arts. Les auteurs remercient Regis Pommier de I2M Bordeaux pour la fourniture du cylindre expansible qui nous permet de fabriquer le tube. Les auteurs remercient également la plate-forme technique Xylomat du réseau scientifique Xylomat financée par l'ANR-10-EQPX-16 XYLOFOREST qui largement été utilisée pour réaliser cette étude.