

Une nouvelle méthode de mesure

- Dans le cadre d'une étude expérimentale destinée à évaluer le comportement du sapin pectiné partiellement séché en structures, des essais de fluage sur des poutres entaillées en extérieur abrité seront réalisés^a. Les grandeurs physiques mesurées seront (i) paramètres de fissuration; (ii) paramètres de diffusion; (iii) paramètres de flexion. Dans le but de minimiser la quantité de matériel et le temps de mesure, une méthode optique par analyse d'image est en cours de développement.
- Le principe consiste à coller des marqueurs « ArUco » sur une poutre, prendre des photos à chaque pas de temps de la poutre contenant ces marqueurs et mesurer l'évolution de la position de ces marqueurs.
- Un script utilisant la librairie « OpenCV » identifie les marqueurs sur une photo et calcule leur position dans le référentiel photo (pixels). En utilisant une « mire » (figure 1) installée également sur la poutre et contenant des marqueurs de position physique (réelle) connue, une matrice « d'homographie » est calculée permettant de connaître la position physique de chacun de marqueurs de la photo.
- Des grandeurs telles que l'ouverture de fissure, la longueur et la hauteur de fissure, le retrait gonflement ou encore la courbure pourraient être mesurées par cette méthode.

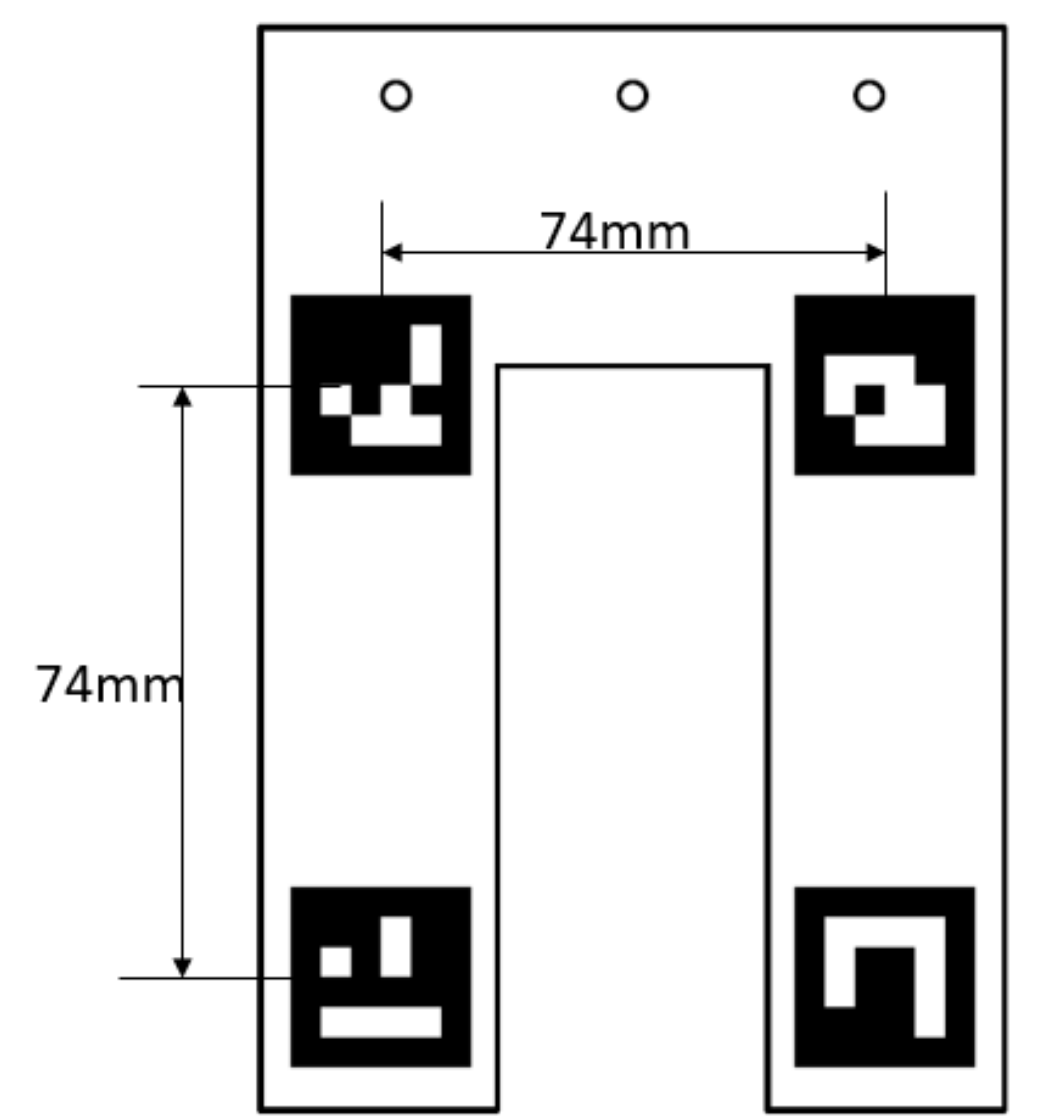


Fig.1 : Mire de référence contenant 4 marqueurs ArUco

Tester la méthode

- Dans un premier temps, il était nécessaire de tester les possibilités de la méthode. Des photos ont d'abord été prise au téléphone portable dans différents cas tests comme représenté en figure 2, 3 et 4.

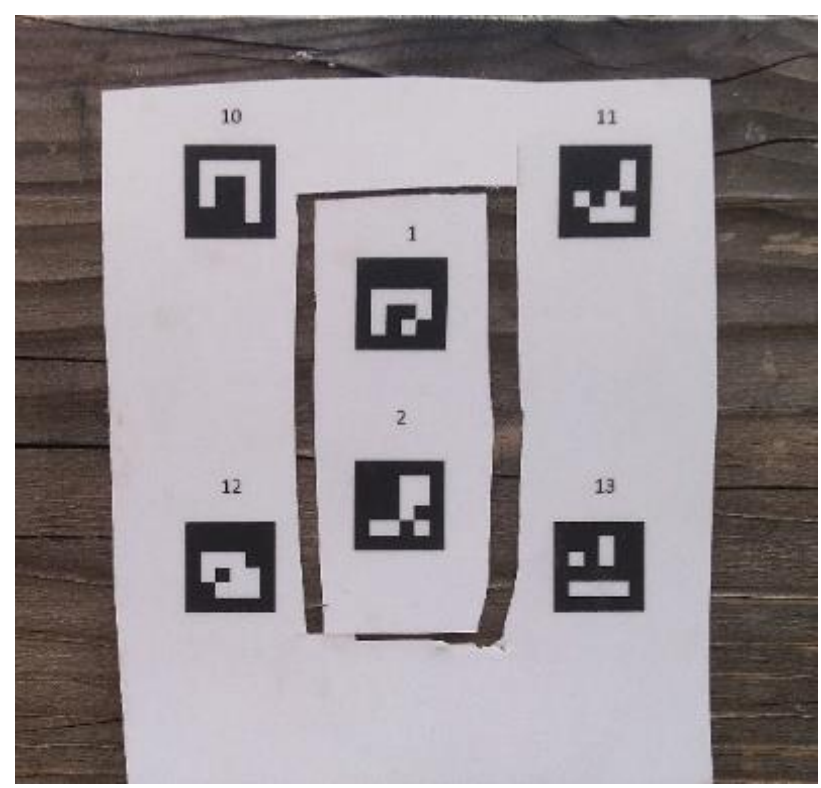


Fig. 2 : mire (marqueurs 10, 11, 12 et 13) et marqueurs (1 et 2) dans le même plan et sans inclinaison.

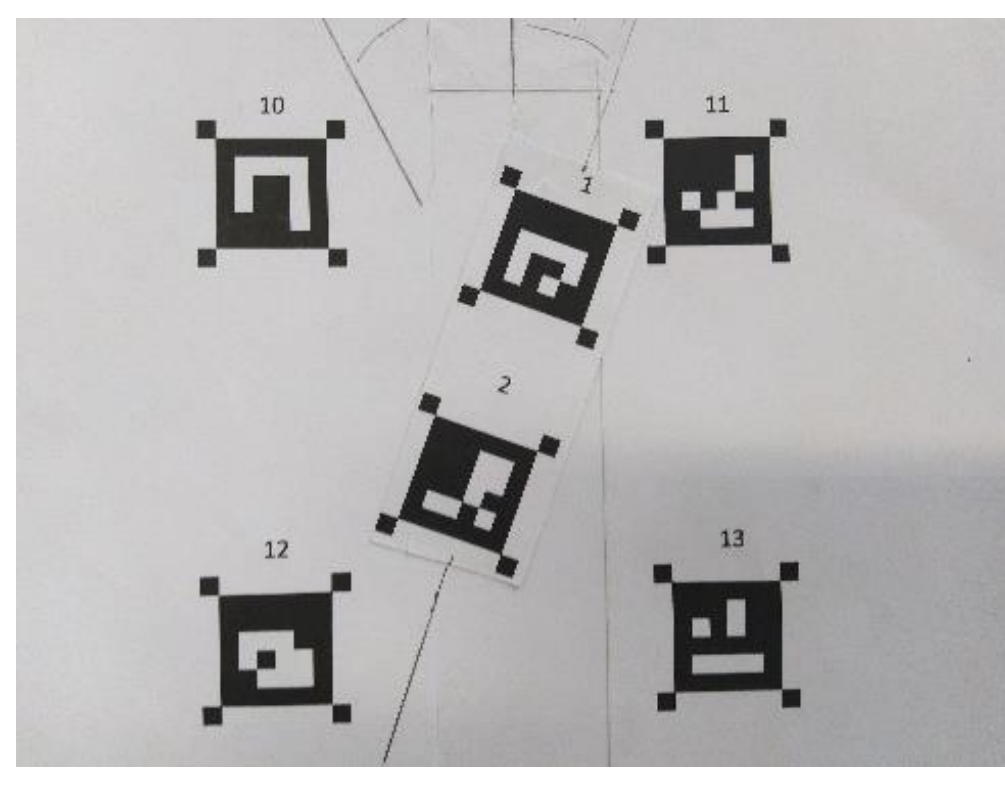


Fig. 3 : marqueurs 1 et 2 inclinés par rapport à la mire

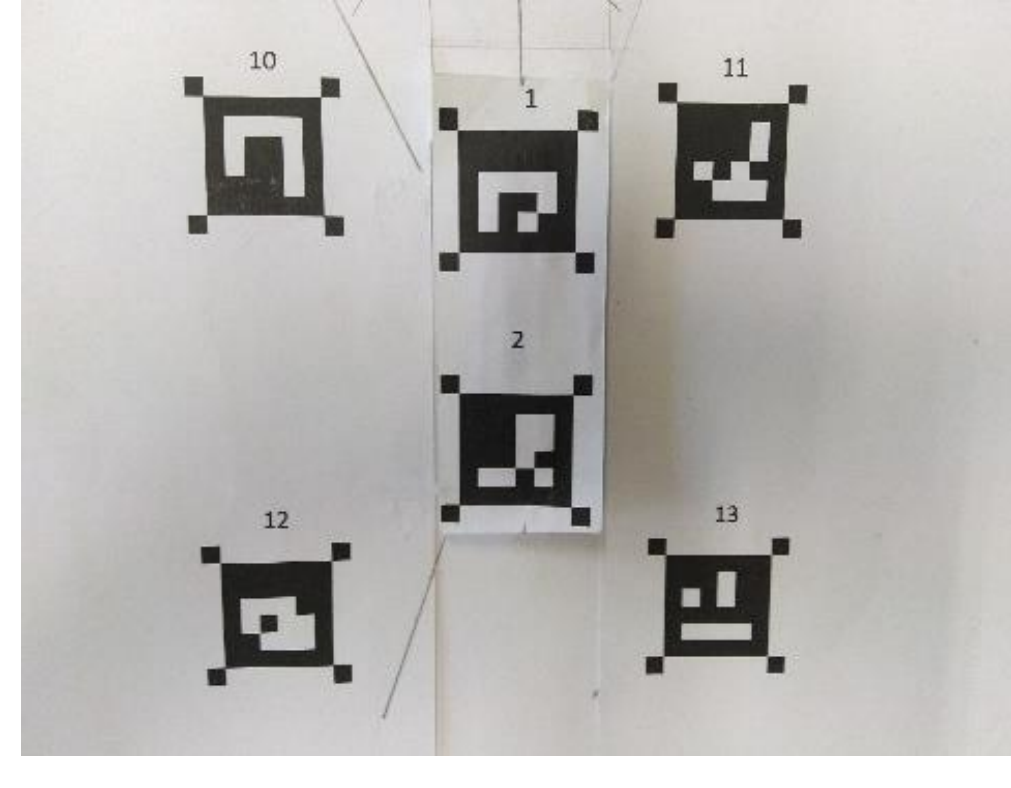


Fig. 4 : marqueurs 1 et 2 dans un plan décalé de 5mm par rapport au plan de la mire.

- Enfin, un test en situation réelle représentatif des futurs essais de fluage a été réalisé : un essai de flexion 4 points^b. L'ouverture, la longueur et la hauteur de fissure ont été mesuré par la méthode optique et au réglet. La courbure a été mesuré par la méthode optique et par des capteurs LVDT.

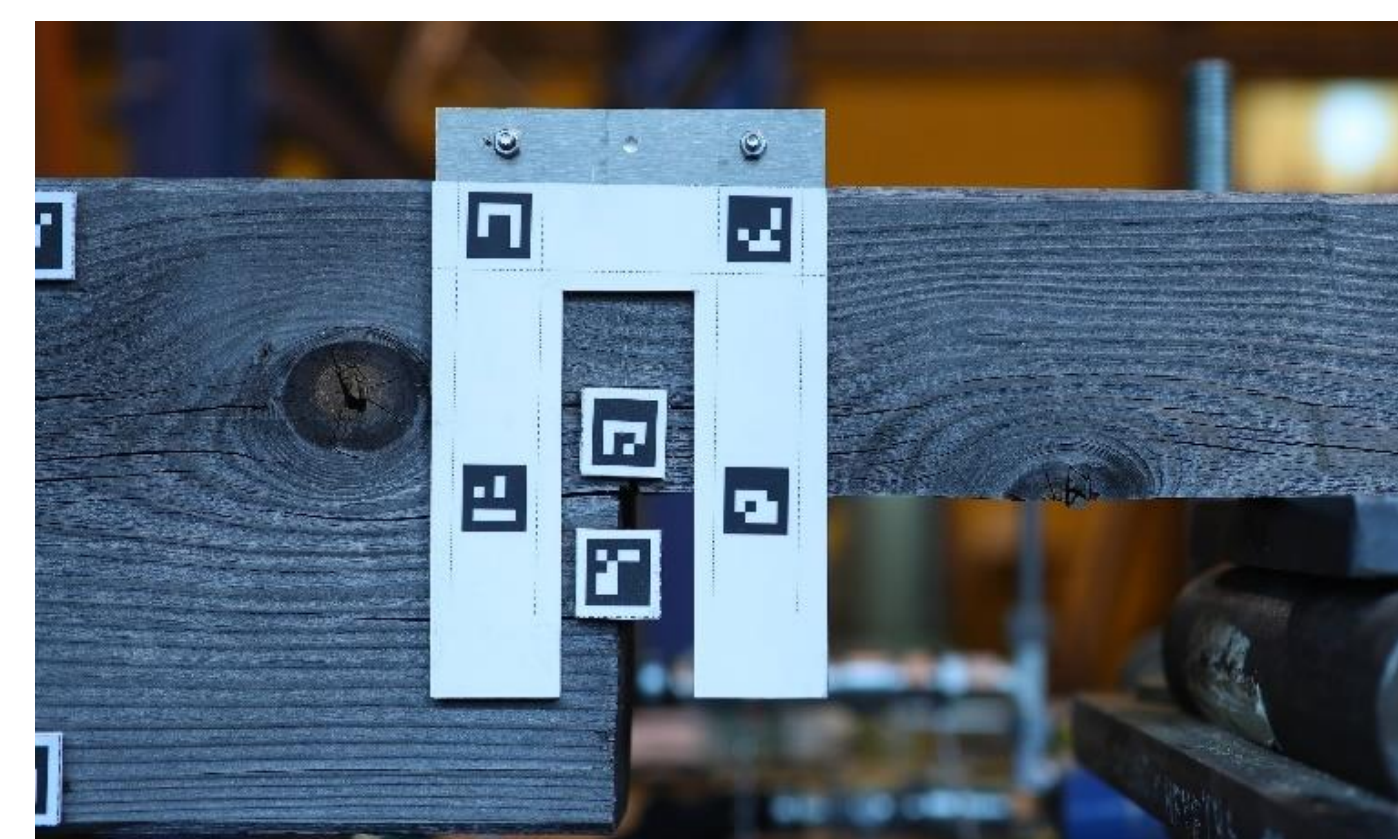


Fig. 5 : Mesure de l'ouverture de fissure



Fig. 6 : Mesure de la longueur et la hauteur de fissure

- Dans un second temps, l'incertitude de mesure de la méthode a été évaluée en prenant une série de 100 photos sur deux appareils photos : un téléphone portable et un Canon EOS-1D Mark II. Les photos représentaient une ouverture de fissure avec différentes luminosités (simulation de jours nuageux ou ensoleillés). Des calibrations de caméra ont été essayé pour améliorer les mesures.



Fig. 7 : Rupture de la poutre

Résultats et perspectives

- Précisions obtenues pour chaque appareils photos :

	Moyenne Distance vraie : 40mm	Ecart-type	Incertitude à 95% = 2*écart-type
Téléphone Asus_X00TD	39.56 mm	0.0498 mm	0.0995 mm
Canon EOS-1D Mark II	40.014mm	0.0274mm	0.054mm

- Les tests montrent que : (i) les photos peuvent ne pas être prises en face de la cible sans poser de problèmes, (ii) le décalage dans le plan de la mire par rapport aux marqueurs nuit fortement aux mesures, (iii) la calibration de caméra n'améliore pas la précision, (iv) l'identification des marqueurs est l'étape la plus importante, une fois identifiés le calcul de leur position est relativement précis.

- Résultats de l'essai de flexion

	Réglet	Analyse d'image (Canon)
CO final	28mm	30,4mm
CL initial	74mm	73,26mm
CL final	658mm	643,1mm

L'essai de flexion a confirmé la **nette supériorité** du Canon par rapport au téléphone portable, tant sur la précision que sur l'identification des marqueurs. Il a également permis de tester la « **faisabilité pratique** » de la méthode sur un banc d'essai.

En revanche la mesure de courbure a posé problèmes : les photos éloignées qu'imposaient la distance entre les trois marqueurs ont empêché la bonne identification des marqueurs. Une piste envisagée est de rapprocher les marqueurs et utiliser une nouvelle mire plus adaptée.

Remerciements : Les auteurs remercient la Région Auvergne Rhône Alpes pour le financement de la thèse via le CPER, le projet SCUSI AuRA ainsi que le CNRS pour le soutien apporté via le projet PEPS « RUMO ».

Contacts :
arthur.bontemps@uca.fr
gael.godi@uca.fr
Joseph.gril@cnrs.fr
rostand.moutou_pitti@uca.fr
eric.fournely@uca.fr



Références :

^aPambou Nziengui C.F. et al. (2019), « Notched-beam creep of douglas fir and white fir in outdoor conditions : Experimental study. » *Construction Material and Building*. Vol 196, 659-671.

^bNF EN 408+A1 (2012) Structures en bois – bois de structure et bois lamellé-collé – Détermination de certaines propriétés physiques et mécaniques.