



LUMIVEC : INGENIERIE DU TRANSFERT DE TECHNOLOGIE ET ETUDE SUR ADHERENCE MASTIC TECHNOLOGY TRANSFER ENGINEERING AND MASTIC ADHESION STUDY

Le collage du verre sur le bois offre de nouvelles perspectives à la menuiserie bois, à la fois d'un point de vue performantiel et esthétique. Après plusieurs études sur le sujet, FCBA a donc pu proposer aux acteurs de la filière menuiserie extérieure bois un transfert de la technologie du collage du verre sur le bois.

Cependant, jusqu'ici le collage n'a été effectué que sur du pin sylvestre brut raboté par FCBA, et par ailleurs, il est apparu indispensable de mettre en place un système qualité associé à la technologie de collage du vitrage sur support bois pour un usage en fenêtres et portes extérieures, pour garantir aux clients, aux contrôleurs techniques et aux assureurs, que le procédé et la fabrication sont maîtrisés.

Ce projet mené en partenariat avec le SFJF, le groupe Ginger-CEBTP, et des fabricants de mastics, a donc pour double objectif, l'étude de l'adhérence des mastics sur des supports bruts de différentes essences (pin sylvestre traité avec un IF et chêne européen) présentant des qualités d'usinages de plusieurs menuisiers, et sur des supports bois revêtus de finition (transparent et opaque), et la définition des référentiels du système qualité « LumiVec ».

Glass bonding on wood offers new opportunities to wooden windows in terms of performance and aesthetic. After several studies on this subject, FCBA has therefore proposed to the actors of the wood joinery sector a transfer of the technology of bonding glass to wood (more info on <https://www.fcba.fr/actualite/lumivec-le-concept-de-fenetre-bois-vitrage-colle>).

However, until now bonding has only been made on raw Scots pine planed by FCBA, and it has also appeared essential to set up a quality system associated with the bonding technology on wood support for external wooden windows and doors to guarantee customers, technical controllers and insurers that the process and the manufacturing are mastered.

This study, carried out in partnership with the SFJF, the Ginger-CEBTP group, and mastics manufacturers, therefore has a dual objective, on one hand studying the adhesion of mastics on raw supports of different species (Scots pine treated with an IF an European oak) with machining qualities of several joineries and on coated wood supports, and on the other hand to draw up the guidelines of the "LumiVec" quality system.

Historique

Le collage structural du vitrage sur le bois offrirait de nouvelles perspectives à la fenêtre bois, mais jusqu'ici le bois n'est pas reconnu comme support de référence dans les documents techniques d'évaluation, ce qui constitue un frein au développement de cette technique.

Suite à l'étude collage du vitrage bois, qui a permis, en 2016 (phase 1), de définir un support bois de référence (le pin sylvestre raboté), un protocole d'essais avec des critères d'évaluation spécifiques au support bois et d'évaluer les performances de systèmes de collage ; puis en 2017 (phase 2) de montrer l'aptitude à l'emploi de 2 concepts de fenêtres à vitrage collé, un projet de maturation a été réalisé en 2018.



Dans le cadre de ce projet, outre la réalisation d'un chantier pilote intégrant de nouvelles typologies de fenêtres VEC, un projet de



système qualité a été élaboré avec le SFJF (Syndicat Français des Joints et Façades) et Ginger CEBTP pour garantir que le procédé et la fabrication sont maîtrisés afin de proposer aux acteurs de la filière menuiserie bois un transfert de technologie.

FCBA a donc créé le club LumiVec pour accompagner dans cette démarche la vingtaine d'entreprises intéressées par cette démarche (plus d'info sur <https://www.fcba.fr/actualite/lumivec-le-concept-de-fenetre-bois-vitrage-colle>).

Objectifs

Les travaux préparatoires au transfert de technologie ont mis en évidence deux points essentiels, la nécessité d'une part de proposer un système qualité permettant de garantir que les performances du produit de collage, le procédé de collage et la fabrication, sont bien maîtrisés et font l'objet de contrôles réguliers à chacune des trois étapes que sont, la fabrication du mastic de collage, le collage des vitrages sur les cadres en bois, et la fabrication de la fenêtre, qui soit reconnu par les assureurs et les contrôleurs techniques. Et d'autre part, d'étudier l'influence de la qualité d'usinage de différents menuisiers pour le pin sylvestre traité avec un produit IF, et la possibilité d'effectuer un collage sur un bois revêtu d'un film de finition.

L'objectif de cette étude menée en partenariat avec le SFJF, le groupe Ginger-CEBTP et des fabricants de mastic, est donc double :

- ✓ Définition du système qualité et des référentiels associés
- ✓ Étudier l'influence de l'état de surface du Pin Sylvestre raboté brut ou revêtu sur l'adhérence des mastics de collage structurel, et définir les critères d'évaluations.

Principaux Résultats

Système qualité « LumiVec »

Le système qualité envisagé repose sur les trois piliers que sont la colle, le collage et la fenêtre à vitrage collé (VPC ou VEC), chacun associé à une surveillance du procédé de fabrication, et/ou des performances du produit :

Système qualité associé à la technologie

Étape 1	Étape 2	Étape 3
Mastic-colle structurel	Atelier de collage du vitrage sur bois intégré ou non chez le fabricant menuisier	Atelier de fabrication de la fenêtre
Mastic sous certification SNJF VEC support Bois en usage fenêtre	Plan Assurance Qualité et « Attestation de Coller »	Dossier Technique FCBA de la gamme de fenêtre Surveillance de la fabrication et des étapes 1 & 2
Demandeur : Fabricant de mastic Organisme certificateur : SFJF Laboratoire et auditeur : Ginger-CEBTP	Demandeur : Atelier de collage Surveillance directe : Fabricant du mastic Surveillance indirecte : SFJF	Demandeur : concepteur/fabricant de menuiserie Organisme certificateur : FCBA Laboratoire : FCBA

Figure 1 : Principe système qualité « LumiVec »

Pour chacune des 3 étapes, ce système certificatif partenarial présente l'avantage d'une qualification initiale des performances et d'assurer un contrôle de la constance des performances par la mise en place de contrôles de production (PAQ + CPU) avec un audit tierce partie minimum par an.

L'étape 1 est un prérequis pour l'étape 2, qui est elle-même un prérequis pour l'étape 3.

Etude de l'adhérence de mastics sur différents états de surface du support bois :

✓ Echantillonnage

L'étude a été menée avec :

- ✓ des échantillons de pin sylvestre traité avec un IF et de chêne, nus ou revêtus de finition (transparente et blanche) fournis par 5 menuisiers différents.

Essence	Finition
Pin Sylvestre	Brut + IF
	IF + lasure
	IF + blanc
Chêne	Brut
	Lasure
	Blanc



Une série d'éprouvettes en Pin maritime brut a été fournie par Gascogne wood.

- ✓ et 7 références de mastics de collage (4 bi-composants - 2C et 3 mono-composants - 1C) de 4 fabricants (SIKA, TREMCO, DOW et KÖMMERLING)

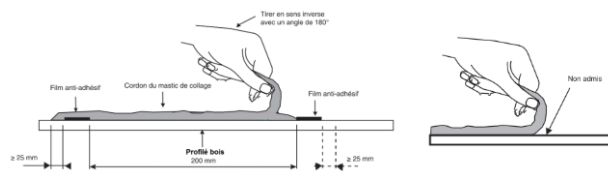
Fabricant	Référence	Primaire	Type	SNJF VEC	ETA	COLLAGE VITRAGE Phase 1
SIKA	SIKASIL WT-480	Non	2C	NON	NON	OUI
	SIKASIL SG-20	Non	1C	OUI	OUI	Non
TREMCO	SG200	réf. SG010	2C	OUI	OUI	OUI
	SG490	réf. SG073	1C	OUI	OUI	Non
DOW	DOWSIL™994	- Primer P - Sans primaire	2C	NON	OUI	NON (DC993)
	DOWSIL™895	- Primer P - Sans primaire	1C	OUI	NON	NON
KÖMMERLING	Koediglaze S	- Körabond HG 78 - Körabond HG 83 - Körabond HG 91 - Sans primaire	2C	OUI	OUI	NON

✓ Plan d'expérience

Le protocole d'essai retenu pour l'étude et présenté ci-après a été élaboré à partir du e-cahier 3488v2 et du référentiel VEC bois CTBA-CSTB (2005) avec des variantes sur les durées de vieillissement de 1 et 3 jours :

Méthode	Essais	Mastic 2C Nb d'éprouvette		Mastic 1C	
		Supports bruts	Supports revêtus	Supports bruts	Supports revêtus
Traction par pelage manuel	À l'initial (après 24h à (23±2)°C / (50±5)% HR)	2 u	2 u	2 u	2 u
	après immersion 1 jour dans l'eau à 23°C puis reconditionnement 24h en étuve à 50°C,	1 u	-	-	-
	après immersion 3 jours dans l'eau à 23°C puis reconditionnement 24h en étuve à 50°C,	1 u	-	-	-
	après immersion 7 jours dans l'eau à 23°C puis reconditionnement 24h en étuve à 50°C,	1 u	1 u	1 u (*)	1 u (*)
	après 1 jour à 80°C	1 u	-	-	-
	après 3 jours à 80°C	1 u	-	-	-
	après 7 jours à 80°C	1 u	1 u	1 u (*)	1 u (*)

Spécifications : la rupture doit être à 100 % cohésive dans le mastic.



✓ Résultats

Quel que soit le mastic utilisé (mono-composant ou bi-composant), la qualité de l'usinage « menuiserie » caractérisée par une valeur d'avance par dent fz comprise entre 0.3 et 0.8 mm et correspondant à un usinage classé « soigné » voire « très soigné », permet d'obtenir des performances d'adhérence satisfaisantes.

L'application d'un produit d'imprégnation (traitement insecticide fongicide) non filmogène qui pénètre dans le bois ne semble pas remettre en cause l'adhérence des mastics sur les éprouvettes en pin sylvestre, et permet d'envisager le collage sur des cadres en pin avec une durabilité conférée par un traitement de préservation.

En revanche, les résultats sur les éprouvettes en pin traité avec un produit insecticide fongicide et revêtues d'une finition (opaque ou transparente), sont plus nuancés, avec la mise en évidence pour certains mastics des difficultés d'adhérence (rupture adhésive et ou rupture avec délamination du support), et des incompatibilités chimiques entre le primaire et le film de finition. Par conséquent, il est préférable d'appliquer le mastic de collage sur du pin raboté traité avec un produit de préservation insecticide et fongicide non revêtu.

Le protocole validé par le groupe de travail pour les essais de convenance et annexé à la proposition d'extension du support bois au référentiel SNJF VEC, est défini dans le tableau ci-dessous :

Méthode	Essais	Nb d'éprouvettes	Spécifications
<i>Conditionnement initial</i> : les supports bois sont conditionnés 24h en ambiance laboratoire (23±2) °C et (50±10) % avant la réalisation des éprouvettes. Après mise en œuvre du collage les éprouvettes sont conditionnées à (23±2) °C / (50±5) % HR pendant la durée de polymérisation, soit 3 jours pour les mastics bi-composants et 7 jours pour les mastics mono-composants. Cette durée peut être définie par le fabricant lui-même.			
Pelage manuel qualitatif	- à l'initial (après 24h à (23±2)°C / (50±5)% HR)	2 u	Rupture 100% cohésive dans le mastic ou dans le support bois
	- après immersion 3 jours dans l'eau à 23°C puis reconditionnement 24h en étuve à 50°C	2 u	
	- après 3 jours en étuve à 80°C	2 u	

Ce protocole d'essai de traction par pelage manuel est destiné à valider les performances d'adhérence d'un mastic sous label « SNJF VEC-extension support bois » et l'usage éventuel d'un primaire d'adhérence dans le cas de supports bois revêtus d'une finition, ou d'une essence de bois différente de celle du support de référence (pin sylvestre), ou dans le cas de support bois brut ayant reçu un traitement de préservation.

La possibilité de réaliser un essai d'adhésion/cohésion a été rajoutée au protocole d'essai en présence de faciès de rupture du type adhésif, mixte adhésif/cohésif, ou avec arrachement du film de finition (délamination du support).

Les premiers résultats des essais réalisés sur les éprouvettes en chêne sont encourageants y compris sur celles en chêne revêtus (lasure transparent et finition opaque banche), notamment avec les mastics bi-composants associés à l'utilisation d'un primaire.

Perspectives

Les résultats des essais de cette étude ont permis d'identifier qu'un usinage de niveau minimum « soigné » (avance par dent < 0.8) correspondant à une qualité d'usinage courante chez les menuisiers permet d'obtenir des résultats d'adhérence satisfaisants, avec un outillage présentant un faible taux d'usure. Par conséquent, il est apparu nécessaire de définir la notion de lot d'usinage pour obtenir des supports de collage avec un état de surface sensiblement homogène, et ainsi définir la fréquence des essais de convenance. Il conviendrait de réaliser ces essais de convenance en faisant varier le taux d'usure des outils.

A l'issue des essais, un protocole d'évaluation de l'adhérence des mastics de collages VEC, a été défini avec une adaptation de la durée des épreuves après vieillissement (immersion et traitement thermique) pour les essais de convenance (essai à réaliser lors d'un collage envisagé sur un support différent du support de référence – le pin sylvestre brut raboté – pin avec traitement IF, pin avec traitement IF revêtu d'une finition, autre essence, ...), et intégré à la proposition de l'extension du référentiel du label SNJF VEC.

Compte tenu des résultats d'adhérence sur les supports bois revêtus d'une finition, le collage sur un support bois nu (avec un éventuel de traitement insecticide fongicide) est à privilégier, même si elle présente le désavantage de rajouter des étapes dans le process de fabrication. Des réflexions peuvent être menées pour minimiser la perte de productivité, avec des solutions, de masquage intégrée à « l'espaceur », ou de ré-usinage après application de la finition par exemple.

Pour autant, le collage sur bois revêtu pourrait être envisagé, puisque le protocole d'essai de convenance prévoit la réalisation d'essai de traction mécanique avec mesure de la contrainte à la rupture en cas de rupture avec délamination du support, de rupture mixte adhésive/cohésive, mais cela implique une multiplication des essais et une étude particulière au cas par cas pour chaque menuisier, ou la recherche d'une solution de traitement de surface permettant d'améliorer l'adhérence du mastic sur le film de finition, ou du film de finition sur le substrat.

Quant au système qualité « LumiVec », les propositions de référentiels des 2 premières étapes sont présentées dans ce rapport et vont être soumis prochainement à acceptation aux organismes certificateurs et au COFRAC. Ces référentiels pourront être amenés à évoluer au fur et à mesure des échanges avec les différents experts et notamment les contrôleurs techniques et assureurs de la profession.

Pour en savoir plus

> <https://www.fcba.fr/actualite/lumivec-le-concept-de-fenetre-bois-vitrage-colle>

Bibliographie

Systèmes de vitrages collés sur châssis bois de menuiserie extérieure Phase 1 : Etude des performances du produit de collage sur support bois – Mars 2016 – Etude CODIFAB

https://www.codifab.fr/media/download-file?media_nid=1717&media_file_uri=public%3A/secured/rapport_collage_structuel_vitrage_pour_fenetre_bois_-_phase_1_-_mars_2016_fcba.pdf&media_file_mimetype=application/pdf

Systèmes de vitrages collés sur châssis bois de menuiserie extérieure Phase 2 : aptitude à l'emploi de 2 concepts de menuiserie à collage structurel vitrage&châssis bois – 2018 - Etude CODIFAB

https://www.codifab.fr/media/download-file?media_nid=2062&media_file_uri=public%3A/secured/rapport_collage_structuel_vitrage_pour_fenetre_bois_-_phase_2.pdf&media_file_mimetype=application/pdf

Etude réalisée en partenariat avec

- ✓ SFJF
- ✓ Groupe Ginger-CEBTP
- ✓ Les fabricants de mastics SIKA, DOW, TREMCO-ILLBRUCK, et KOEMMERLING

Et la participation des menuiseries BIGNON, Les Nouvelles Menuiseries GREGOIRE, MC France, POREAUX (groupe Lapeyre), REVEAU, et de la société Gascogne Wood.

Avec le soutien financier de



Contacts

Marie-Paule FORNES ● marie-paule.fornes-barneoud@fcba.fr

Tél. 05 56 43 63 23

Marc SIGRIST ● marc.sigrist@fcba.fr

Tél. 05 56 43 63 24



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

Pôle Industrie Bois Construction - Equipe CIAT

Allée de Boutaut – BP 227

33028 Bordeaux Cedex