

Qualification finitions 10ans sur Assemblages

RAPPORT FINAL

Frederic Wielezynski ⁽¹⁾, Dominique Mangin ⁽¹⁾, Fanny Casamajor ⁽¹⁾,

⁽¹⁾ Laboratoire de Physique

Date de début du projet : Janvier 2014

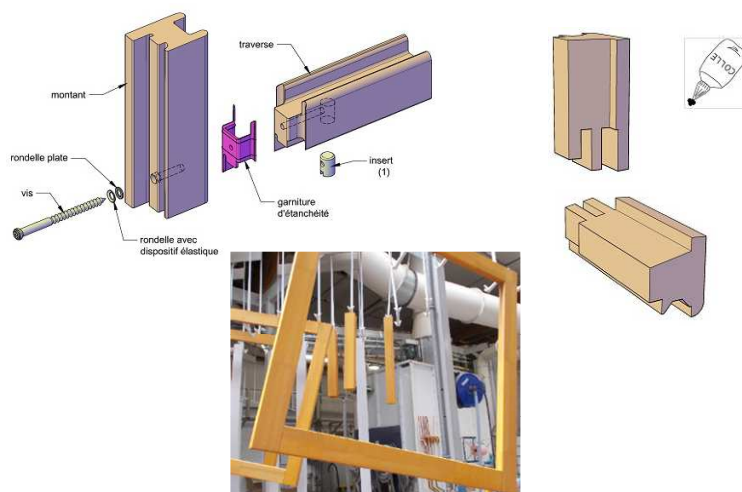
Date de fin du projet : Juin 2018

Confidentialité : Non

Siège social
10, rue Galilée
77420 Champs-sur-Marne
Tél +33 (0)1 72 84 97 84
www.fcba.fr

Siret 775 680 903 00132
APE 7219Z
Code TVA CEE : FR 14 775 680 903

Institut technologique FCBA :
Forêt, Cellulose, Bois – Construction,
Ameublement



Avec le soutien

CODIFAB
comité professionnel de développement
des industries françaises de l'ameublement et du bois

SOMMAIRE



1. INTRODUCTION.....	2
2. Matériels et méthodes	3
2.1 Supports Bois.....	3
2.2 .Types d'assemblages.....	5
2.3 Les finitions utilisées.....	8
2.4 Les vieillissements.....	10
2.5 Analyse du Vieillissement.....	12
3. Résultats	13
3.1 Roue de dégradation	13
3.1.1 Aspect visuel des éprouvettes.....	13
3.1.2 Mesures VA	17
3.1.3 Exploitation des mesures VA.....	19
3.2 Vieillissement naturel.....	20
3.2.1 Mesures VN	20
3.2.2 Exploitation mesures VN	24
4. Conclusions de l'étude et perspectives	25
Annexe A : Bibliographie, Sitographie	26

1. INTRODUCTION

Le développement de l'utilisation du bois en menuiserie passe par une fiabilisation de la durée de vie de ces parties d'ouvrages. Celle-ci nécessite une évolution des méthodes de conception, de réalisation et de finition des menuiseries bois ainsi qu'une évolution des méthodes d'essai.

Ces objectifs s'inscrivent dans les travaux prévus sur l'optimisation des conceptions des menuiseries bois, et dans le prolongement des travaux sur la durabilité des finitions (études FINEURO, WOODEXTER), en prenant le parti d'étudier les finitions sur des éléments de menuiserie.

Une première partie de Finit10 a été réalisée de janvier 2012 à juin 2015 sur des qualifications de systèmes par composants isolés (plans ou profilés). L'objectif était une aide à la mise au point de systèmes Profils /finition en menuiserie permettant de maintenir pendant 10 années la pérennité d'aspect des menuiseries bois, tout en contribuant à leur durabilité intrinsèque.

Pour arriver à cet objectif il avait été jugé primordial de prendre en compte les différents paramètres contribuant aux performances globales du couple « profilés bois usinés/ système de finition », à savoir :

- Essences de bois et son mode de préservation éventuel
- conception de la menuiserie (formes des profilés)
- systèmes de finition : conditions d'application, de séchage, résistance aux intempéries

Pour assurer une pérennité globale des menuiseries il avait été souligné que le comportement des finitions au droit des assemblages, notamment les assemblages en bois de bout tels que les assemblages des cadres, devait aussi être évalué.

N'ayant pas la possibilité pour des raisons de coût et de temps de refaire une évaluation complète de tous les systèmes au niveau des assemblages, il a été décidé de reprendre, autant que possible, certaines des finitions de la première partie de Finit10 (une opaque et une transparente) pour tester leur comportement sur une essence de bois (également déjà évaluée dans la première partie de Finit10) et 3 « types » d'assemblages.

Le programme de travail validé par le Comité de Pilotage de l'étude (CAPEB, FFB, UFME) a été défini comme suit :

1. Sélection des supports bois et assemblages
2. Fabrication des cadres supports
3. Sélection et application des systèmes de finition
4. Vieillessement des systèmes de finition sur éléments de cadre comportant un assemblage
5. Evaluation de l'influence de la conception des éléments testés

Cette étude étant étroitement liée à la première partie de Finit10, elle ne comporte pas de partie « Etude bibliographique » ou « Qualification et contrôle des systèmes de finition » car les éléments donnés dans la 1^{ère} partie restent bien sûr valables (influence du bois – anatomie, état de surface, usinage- ou influence de la finition- contrôle sur produit fini, contrôle process, ...).

Merci à l'entreprise PASQUET qui a permis l'application des finitions sur les cadres testés et donc de mener à bien cette étude.

Ont également fait partie de l'équipe projet de cette étude : Laurence Podgorski et Marc Sigrist.

2. Matériels et méthodes

2.1 Supports Bois

Au niveau du choix des essences, le comité de pilotage a décidé de choisir une seule essence pour limiter les coûts d'étude. Cette essence devait avoir été testée lors de la première partie de l'étude, être commune en menuiserie et autant que possible représentative du marché.

Le comité de pilotage a donc choisi le pin sylvestre. Compte tenu des objectifs recherchés (qualification au niveau des assemblages) et des résultats de la première partie de l'étude, aucune préservation ne sera appliquée avant finition.

Les éprouvettes de test seront les assemblages montant/traverse (voir figure 1).

Pour chaque système de finition testé, 8 éprouvettes/angles ont été préparées : 2 destinées à être exposées à la roue, 6 pour le vieillissement naturel (3 exposées au Nord et 3 au Sud). Un système étant défini par le couple type d'assemblage (au nombre de 3 pour cette étude) + type de finition (au nombre de 2), il a donc fallu découper $8 \times 3 \times 2 = 48$ éprouvettes au total.

Une image des profils des menuiseries utilisés est donnée en figure 1 ci-dessous.

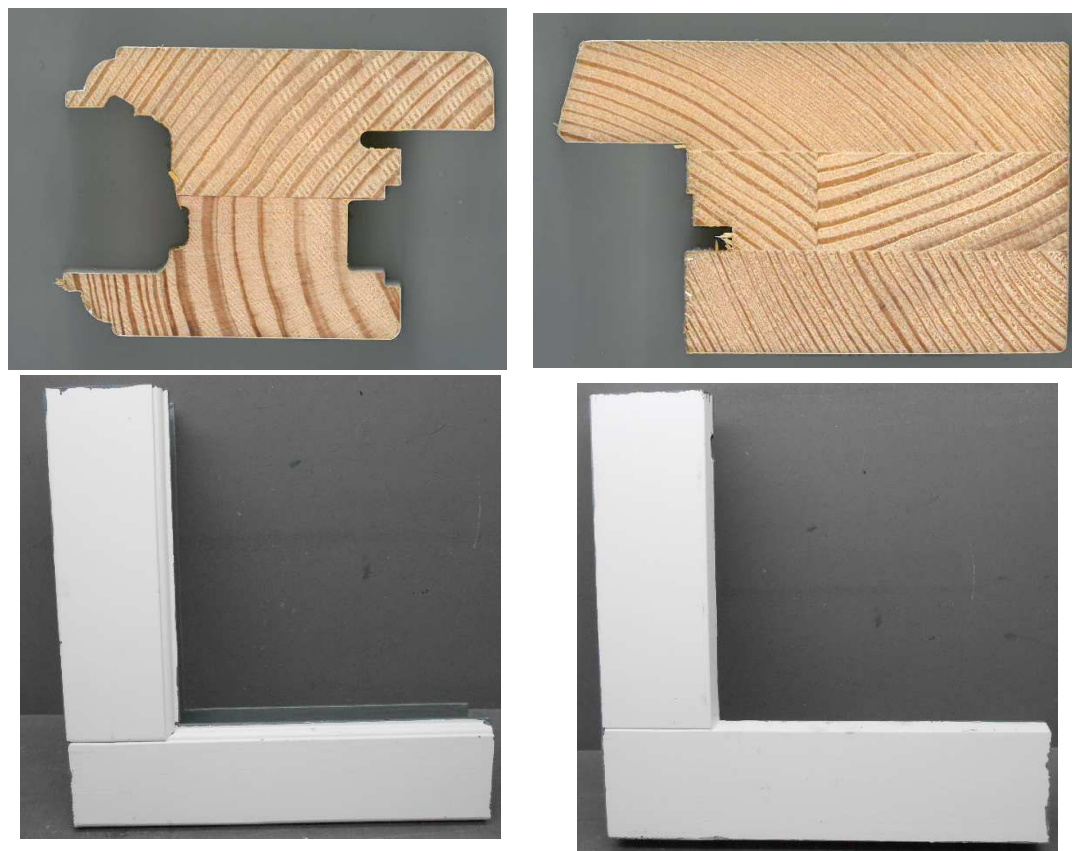


Figure 1 : profils et forme des éprouvettes testées

Une image des menuiseries achetées par FCBA et réalisées par les entreprises Poreaux et Fortin est détaillée en figure 2 ci-dessous.



Figure 2 : cadres réalisés avant application des finitions puis découpe des éprouvettes

Les châssis étaient tous en Pin Sylvestre sans traitement de préservation. Le bois a été trié et fourni par chaque menuisier fabricant selon son propre cahier des charges. Epaisseur 45mm.

L'influence de la forme des profilés (rayon d'arrondis, angles, ...) sur les performances des finitions n'a malheureusement pas pu être neutralisée dans cette comparaison car il a déjà été difficile de trouver des menuisiers acceptant de réaliser ces châssis (une fois le projet accepté il a fallu environ 10 mois pour trouver les menuisiers fabricants) mais il a été impossible de trouver un même menuisier acceptant d'utiliser des profilés identiques pour réaliser des menuiseries à assemblage mécanique et des menuiseries à assemblages traditionnels. Il sera éventuellement nécessaire d'en tenir compte lors de l'exploitation des mesures.

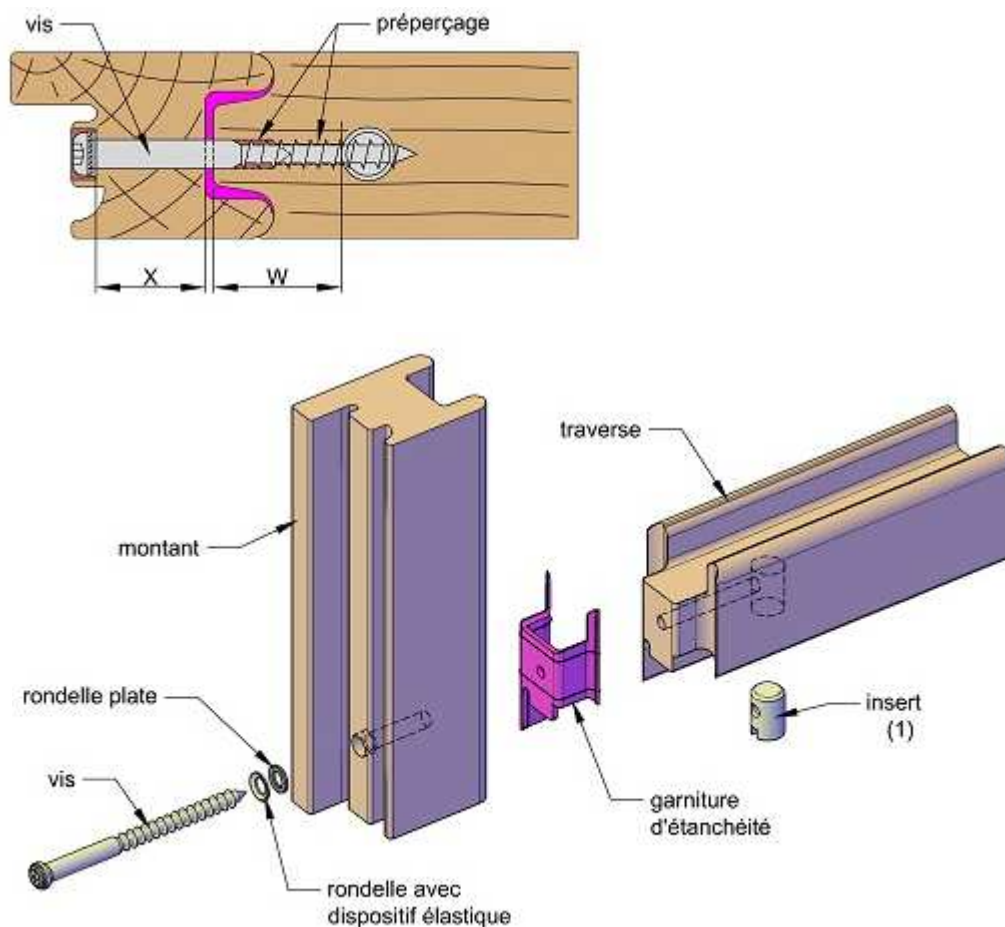
2.2 .Types d'assemblages

Lors de la mise en place de l'étude il a été décidé de comparer 2 types d'assemblages :

- Assemblages mécaniques
- Assemblages « traditionnels » (à double enfourchement)

Un exemple des 2 types d'assemblages est donné en figure 3 ci-dessous:

- Mécanique :



- Traditionnel à double enfourchement :

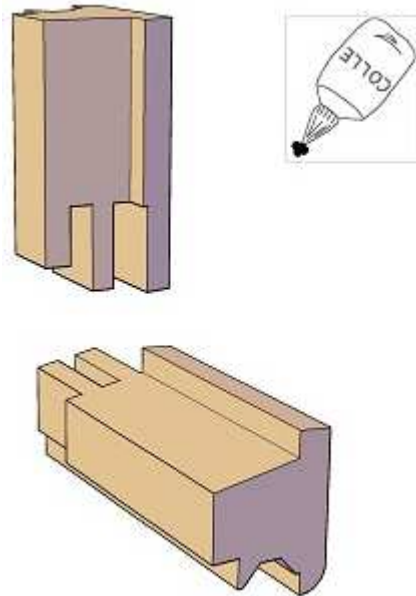


Figure 3 : les deux types d'assemblages

Une image des deux types d'assemblages réellement utilisés est donné en figure 4.



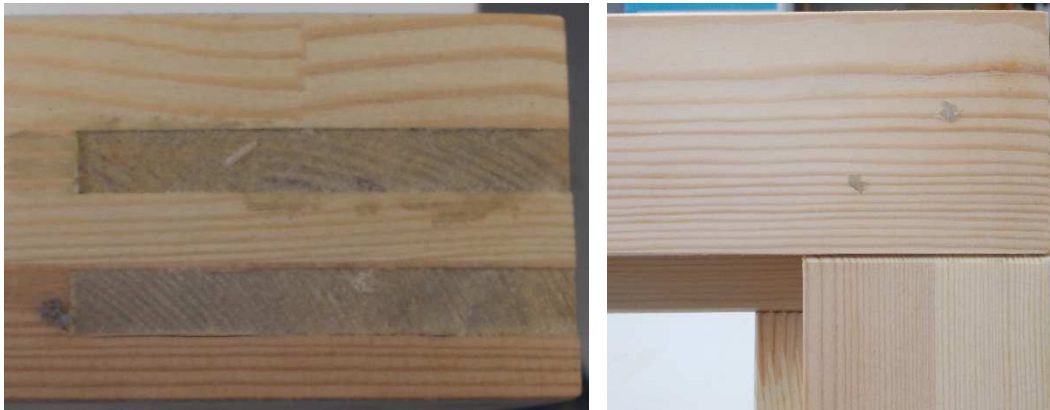


Figure 4 : les deux types d'assemblages

Les châssis à double enfourchement étaient collés à l'aide d'une colle D4 bi composant Kleiberit et comportaient tous un chanfrein de 1mm au niveau des joints d'assemblage. Les châssis à assemblages mécaniques respectaient les préconisations de la norme NF P 23 305 de dec2014 au niveau de la conception des assemblages.

Les éprouvettes avec assemblage à double enfourchement ont été répétées avec une version complétée par une protection spécifique au niveau du joint d'assemblage en parement et contre parement, par mastic/film de protection Kodrin, ce qui a créé une troisième solution d'assemblage testée en même temps que les deux autres (traditionnelle +) comme illustré en figure 5.



Figure 5 : Protection spécifique Kodrin avant séchage

La couleur blanche disparaît totalement à l'issue du séchage.

2.3 Les finitions utilisées

Le but de l'étude étant de traiter plus spécifiquement au niveau des assemblages le comportement des finitions utilisées pour Finitions 10 ans, nous nous sommes efforcés de reprendre des finitions utilisées pour Finitions 10 ans.

Le comité de pilotage a cependant souhaité avoir une finition opaque blanche (qui sont globalement celles ayant donné de meilleurs résultats dans l'étude Finitions 10 ans) et une finition transparente (qui est représentative d'une partie du marché de la menuiserie bois et qui sont celles ayant donné de moins bons résultats lors de l'étude Finitions 10 ans). Les résultats couvriront donc une version « plutôt performante » et une version « plutôt moins performante ». Pour les systèmes choisis, le moyen d'application préconisé par le fabricant de finition était la pulvérisation.

A ce prérequis il a tout de même fallu ajouter une fois de plus l'influence des moyens disponibles. N'ayant à cette époque pas de moyen d'application disponible pour appliquer des finitions de ce type par pulvérisation (AMB en cours de déménagement Champs-sur-Marne) nous avons dû rechercher une solution sur une chaîne industrielle pouvant passer de petites quantités et de petites tailles de pièces (pièces détachées ou châssis assemblés). Peu de candidats ont répondu présents et le temps d'attente des châssis fabriqués, en particulier ceux à assemblage mécanique qui ont été fabriqués les premiers, a été très long : de l'ordre de 1 an pour les châssis traditionnels et 15 mois pour les châssis à assemblages mécanique. Cette attente pourrait avoir un impact sur l'accroche et la tenue des finitions utilisées.

L'application a enfin pu se faire chez un menuisier bois réalisant des menuiseries à assemblages mécaniques et à assemblages collés, situé à Argentré-du-Plessis. Vu les quantités à appliquer, pour bénéficier de cette installation il nous a fallu utiliser les produits en service chez ce menuisier : le système de finition opaque recoupait celui utilisé lors de la première partie de Finit10 mais pas le système transparent. Les résultats sur système transparent pour cette partie de l'étude au niveau des assemblages ne seront donc « pas comparables » à ceux de la 1^{ère} partie de l'étude. Les deux systèmes ont toutefois été fournis par le même fournisseur, ce dernier ayant participé à l'étude Finitions 10 ans.

L'application a été réalisée par la société Pasquet, en présence de FCBA, de la manière suivante (figure 6) :

- 1^{er} tour en flow coat avec préservation GLJWH 895 – séchage 1 nuit
- 2^{ème} tour en flow coat avec égalisateur 020Q – dépose 125 µm humide mesurés, produit à 18% d'extrait sec - séchage 2h30 air ambiant
- 3^{ème} tour en flow coat avec Mid coat WM 665 - dépose 150 µm humide mesurés, produit à 27% d'extrait sec dilué à 10% - séchage une nuit
- 4^{ème} et 5^{ème} tour en cabine de pulvérisation manuelle laquage :
 - o Cetol WF 960 pour transparent – produit à dilution à 10% pour le 1^{er} passage puis 5% pour le 2nd, 175 µm humide
 - o Rubol WF 382 pour blanc opaque - produit à dilution à 10% pour les 2 passages, 175 à 200 µm humide

Entre le 3^{ème} et le 4^{ème} tour une protection spécifique des assemblages a été appliquée sur les châssis à assemblage double enfourchement concernés : Kodrin WV 470 (blanc) ou 472 (incolore)

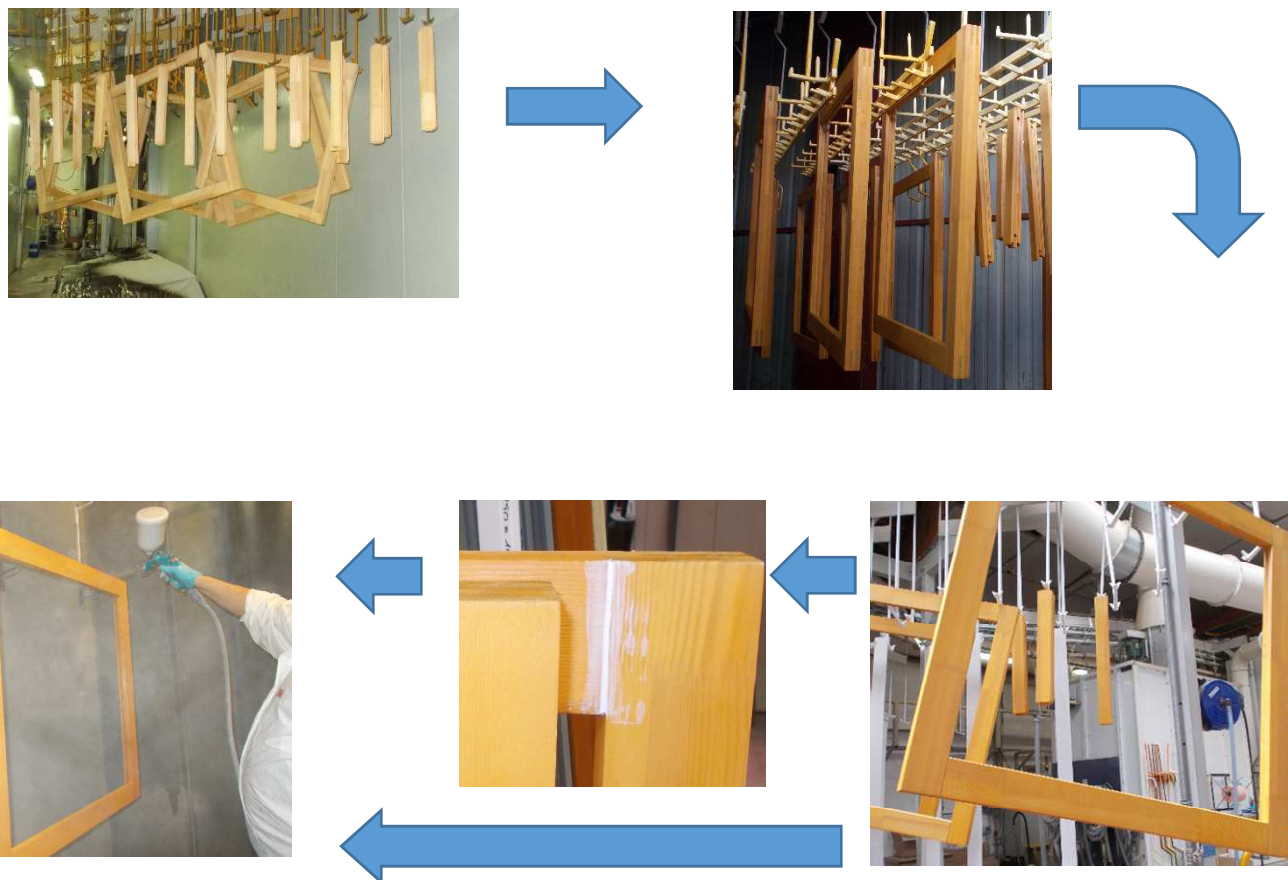


Figure 6 : enchainement des étapes de finition

A l'issue de l'application de la finition, les cadres ont été coupés en 4, les bouts et les 2 chants ont été scellés, ainsi qu'illustré en figure 6b, car ces parties ont été considérées non exposées lors de d'une utilisation réelle.

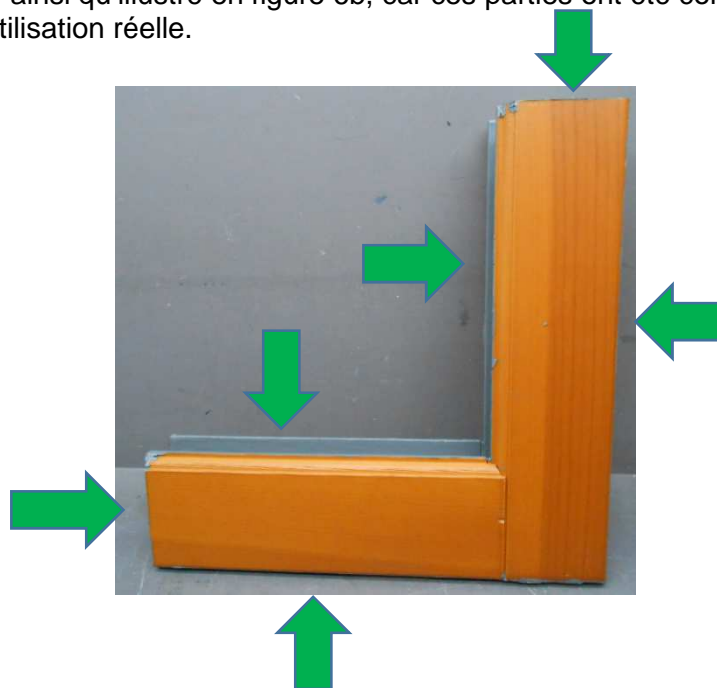


Figure 6b : Scellements réalisés sur les éprouvettes avant test

2.4 Les vieillissements

Deux types de vieillissement ont été réalisés.

Vieillissement naturel (VN) :

Le vieillissement naturel a été réalisé sur le site de FCBA à Bordeaux sur des châssis inclinés à 45° (voir figure 7). La moitié des éprouvettes a été exposée face au sud et la moitié face au nord conformément à NF EN 927-3. Pour chaque système, 6 éprouvettes ont été exposées (3 au sud et 3 au nord) soit au total une exposition de 36 éprouvettes en assemblage d'angle.

Les éprouvettes ont été disposées de manière à éviter la rétention d'eau. En contrepartie des pointes d'humidimètres ont été insérées dans chaque montant et chaque traverse à environ 1 cm de l'assemblage (voir figure 10) pour suivre l'évolution de l'humidité tout au long de l'exposition. La première année de vieillissement a commencé en janvier 2017. A l'issue de cette durée, pour chaque système, les éprouvettes ont été déposées pour être évaluées.



Figure 7 : exposition VN Sud



Figure 8 : exposition VN Nord

Vieillessement artificiel la roue

La roue étant un appareil de vieillissement encore utilisé en France et notamment en autocontrôle chez des menuisiers, elle permet de vieillir de manière artificielle des éprouvette de taille importante et comportant des assemblages. 12 éprouvettes semblables à celle utilisées en VN ont été fixées et vieilles sur la roue de vieillissement représentée sur la Figure 9.

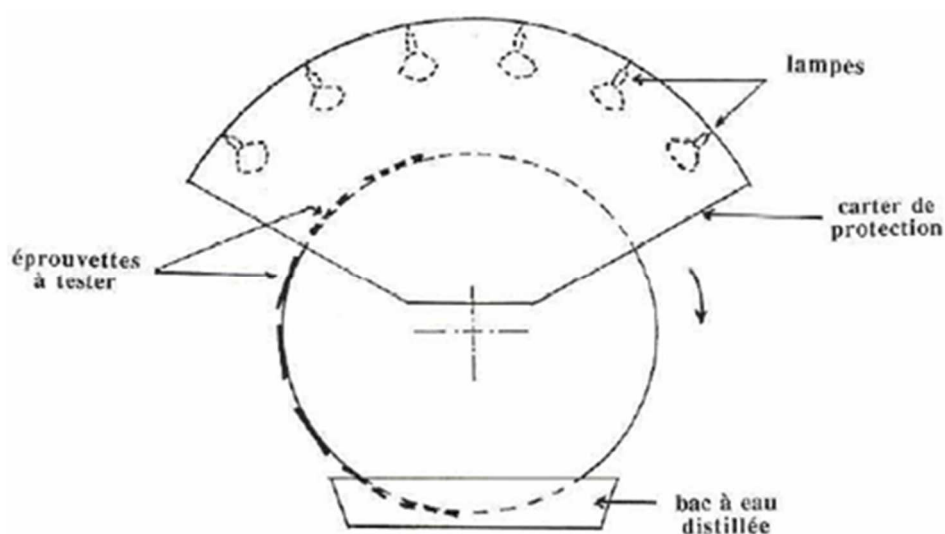


Figure 9 : la roue de vieillissement artificiel (RDA)

Le cycle de la roue d'une durée de 1h30 se décompose comme suit :

- 13 min d'immersion dans l'eau ;
- 22 min à l'air ambiant dans les conditions du laboratoire;
- 33 min d'irradiation UV-IR;
- 22 min à l'air ambiant dans les conditions du laboratoire

Les lampes UV-IR sont de type ULTRA-VITALUX OSRAM de 300 W de puissance, et sont changées régulièrement de manière à avoir un rayonnement aussi constant que possible.

L'eau est changée dans un délai de 3 semaines de cycles maximum.

Habituellement un système complet est testé sur une durée de 6 semaines ou 12 semaines. Dans cette étude la durée a été multipliée par 2. Pour chaque système, 2 éprouvettes ont donc été suivies en humidité pendant 24 semaines puis décrochées et analysées.

2.5 Analyse du Vieillissement

A l'issue du vieillissement il n'a pas été réalisé de cotation suivant l'ISO 4628-6 (cloquage, craquelage, écaillage et farinage), de mesure de brillance/colorimétrie ou de changement d'aspect car le but n'était pas de caractériser la tenue de deux systèmes de finition mais de comparer les 3 types d'assemblages lorsqu'ils reçoivent la même finition et le même vieillissement.

L'analyse portera donc sur l'évolution de l'humidité au sein du bois à proximité des assemblages (à environ 1cm du joint d'assemblage en tenant compte des diverses feuillures et de la place nécessaire pour insérer les sondes dans le capteur à chaque mesure, sondes teflonnées enfoncée à environ 10mm, voir figure 10)

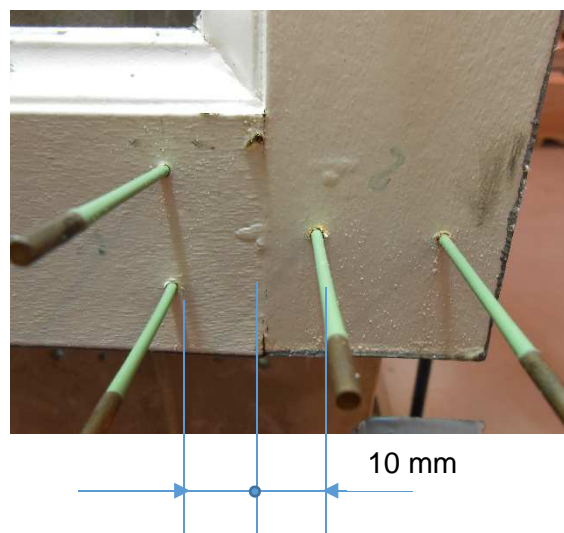


Figure 10 : disposition des sondes de mesure d'humidité

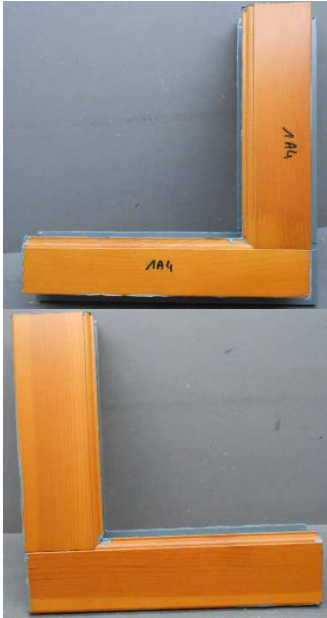

Les sondes sont restées en place tout au long du vieillissement afin de pouvoir conserver les mêmes éprouvettes pour faire toutes les mesures, toujours au même endroit sans avoir à replanter puis enlever les sondes à chaque fois. Les singularités ou défauts apparus au cours du vieillissement ont été relevés (Craquelure, fissuration du film, ouverture des joints d'assemblage, apparition de taches dues à l'humidité, ...).

3. Résultats

3.1 Roue de dégradation

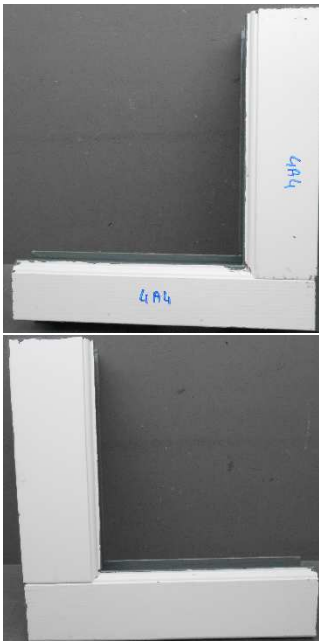
3.1.1 Aspect visuel des éprouvettes

L'aspect de chaque éprouvette avant et après les 24 semaines de vieillissement est reporté dans le tableau ci-dessous. L'ordre de présentation est celui du tableau 1 (éprouvettes de 1A4 à 12A4). L'analyse de ces photos est prise en compte dans les commentaires au paragraphe 3.1.3.

Avant VA	Après VA	
		
		Eprouvette 1A4
		
		Eprouvette 2A4



Eprouvette 3A4



Eprouvette 4A4





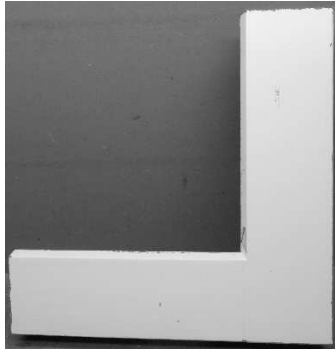
Eprouvette 5A4



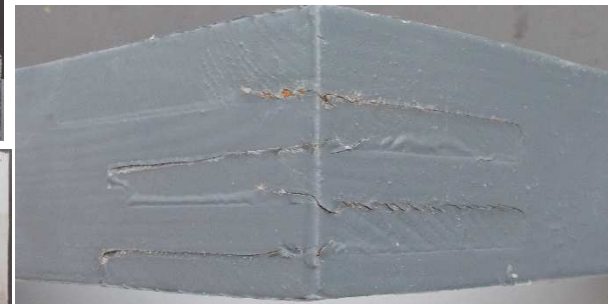
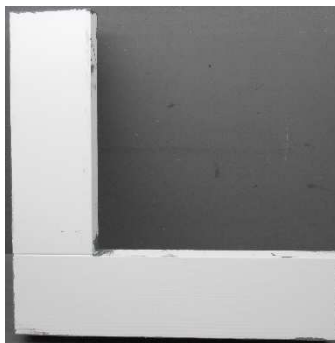
Eprouvette 6A4



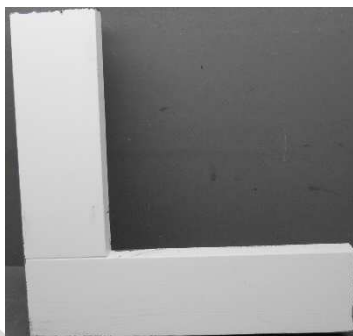
Eprouvette 8A4



Eprouvette 9A4

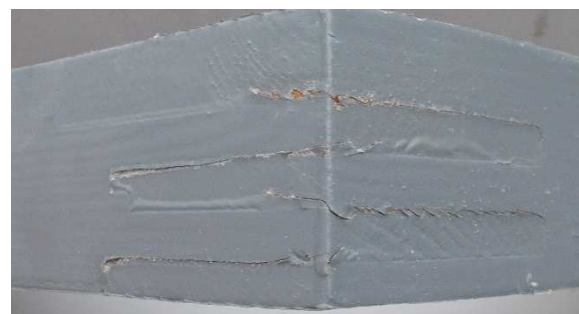
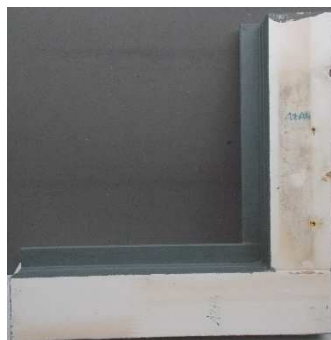


Eprouvette 10A4





Eprouvette 11A4



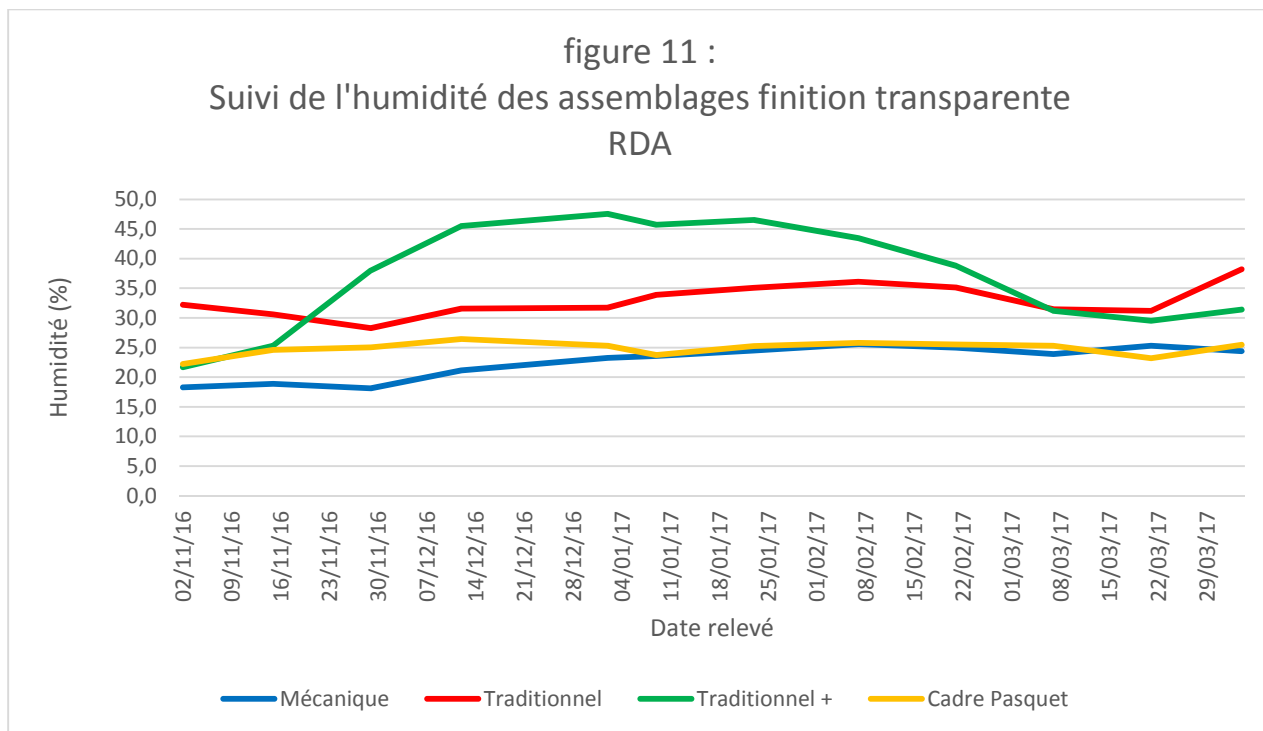
Eprouvette 12A4

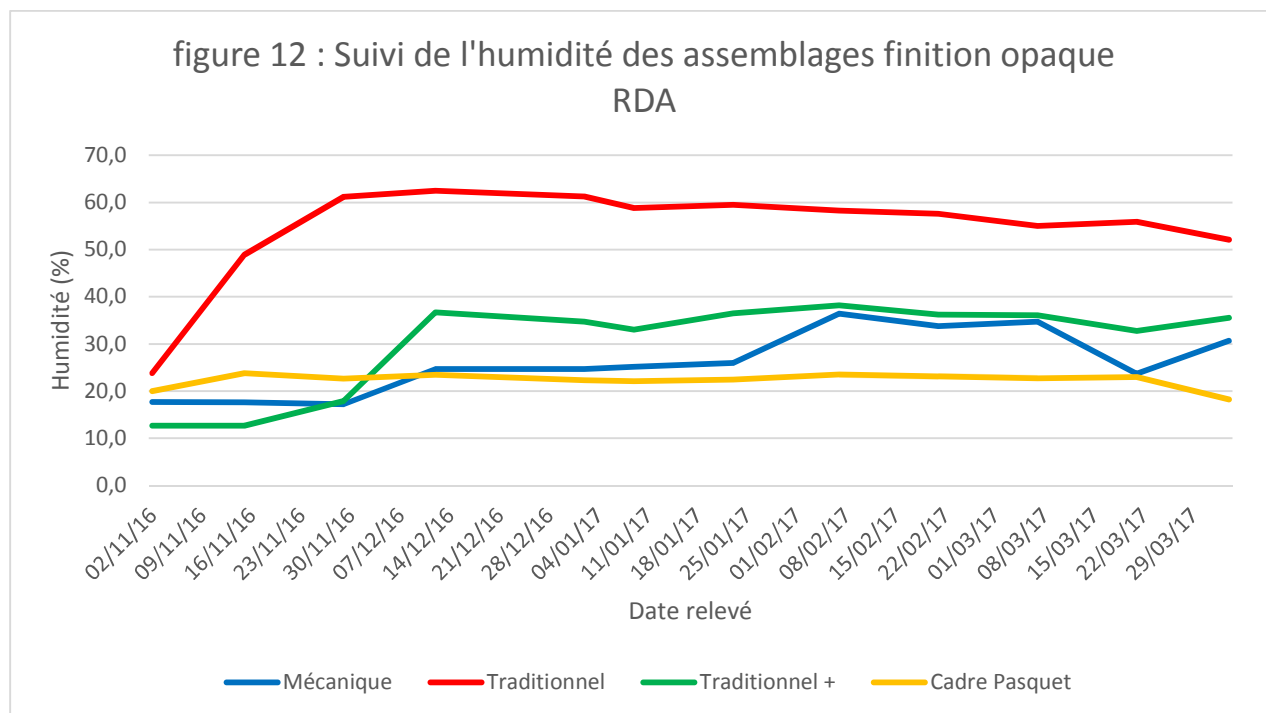
3.1.2 Mesures VA

Tout au long du vieillissement l'évolution de l'humidité a été mesurée. Un relevé a été effectué toutes les 2 semaines, sur le montant et sur la traverse constituant l'assemblage en test (voir disposition des sondes figure 10). Pour calculer les valeurs utilisées dans l'analyse et le tracé des courbes il a été fait une moyenne des valeurs « traverse » et « montant » puis une moyenne de ces moyennes sur les 2 éprouvettes utilisées (voir tableau 1). Les résultats du tableau 1 sont représentés sur les courbes des figures 11 et 12.

Tableau 1 : valeurs d'humidité pris en compte pour le Vieillessement RDA

Type assemblage	Finition	Référence éprouvette	Humidité moyenne											
			Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date
			02/11/16	15/11/16	29/11/16	12/12/16	02/01/17	09/01/17	23/01/17	07/02/17	21/02/17	07/03/17	21/03/17	03/04/17
Mécanique	Transparente	1A4	15,1	15,2	15,2	14,9	15,5	15,2	15,0	15,5	15,4	15,4	14,5	14,8
		2A4	21,5	22,6	21,1	27,4	31,0	31,9	34,0	35,7	34,6	32,4	36,2	34,0
		H_{moyenne}(%)	18,3	18,9	18,1	21,2	23,2	23,6	24,5	25,6	25,0	23,9	25,3	24,4
	Opaque	3A4	17,5	16,6	16,2	26,7	27,3	28,8	30,6	50,6	44,6	44,5	23,7	37,8
		4A4	17,9	18,7	18,2	22,7	22,1	21,5	21,4	22,3	23,0	25,0	23,7	23,6
	H_{moyenne}(%)	17,7	17,7	17,2	24,7	24,7	25,2	26,0	36,4	33,8	34,7	23,7	30,7	
Traditionnel +	Transparente	5A4	16,3	22,8	40,2	40,5	39,0	37,2	35,7	30,3	24,7	19,8	18,5	19,4
		6A4	27,1	27,8	35,8	50,5	56,1	54,3	57,4	56,6	53,0	42,6	40,5	43,4
		H_{moyenne}(%)	21,7	25,3	38,0	45,5	47,5	45,7	46,5	43,5	38,8	31,2	29,5	31,4
Traditionnel	Transparente	8A4	32,2	30,6	28,3	31,6	31,7	33,9	35,1	36,1	35,2	31,5	31,2	38,2
Traditionnel +	Opaque	9A4	13,5	12,2	20,3	56,1	52,2	49,0	55,7	58,9	55,2	54,5	49,2	54,2
		10A4	11,8	13,2	15,5	17,4	17,2	17,0	17,3	17,5	17,3	17,7	16,4	17,0
		H_{moyenne}(%)	12,7	12,7	17,9	36,7	34,7	33,0	36,5	38,2	36,2	36,1	32,8	35,6
Traditionnel	Opaque	11A4	27,7	62,2	62,2	61,7	61,0	58,1	58,2	58,4	57,6	54,0	57,8	50,8
		12A4	20,0	35,7	60,2	63,3	61,6	59,6	60,9	58,2	57,6	56,1	54,0	53,4
		H_{moyenne}(%)	23,8	48,9	61,2	62,5	61,3	58,8	59,5	58,3	57,6	55,0	55,9	52,1





3.1.3 Exploitation des mesures VA

Pour les assemblages mécaniques, les éprouvettes 3A4 en finition opaque et, dans une moindre mesure, 2A4 en finition transparente ont des valeurs élevées d'humidité du bois en fin de test. Pour l'éprouvette 3A4 un défaut d'application ou un profil plus complexe (avec plus de rainures et ruptures de pente, voir figure 1) a provoqué une fissuration du film de finition au niveau du montant et provoqué une reprise d'humidité à plus de 60%, ce qui donne 50,6% sur la moyenne, ceci faisant cloquer le film et encore augmenter la reprise. Par contre aucune altération n'apparaît au niveau de l'assemblage. Une élimination de cette éprouvette si le résultat avait été jugé aberrant aurait ramené le résultat pour les assemblages mécaniques avec finition opaque à 23,6% au lieu de 30,7% toutes les données prises en compte.

Pour 2A4 il est constaté une reprise d'humidité surtout coté traverse (en fin de test le montant est mesuré à 16.7% alors que la traverse est à 51.3%). Lors de la préparation nous avons constaté que l'aboutage d'un des plis débouchait dans le fond de la rainure d'assemblage/contre-profil - voir figure 11bis. Ceci pourrait expliquer une moins bonne protection du fond de rainure, une rupture du film à cet endroit et une reprise d'humidité plus forte.

Pour les assemblages traditionnels les mouvements relatifs du bois entre traverses et montants a provoqué une rupture franche du film de protection en bout d'assemblage uniquement (voir photo aspect visuel au 3.1.1) ce qui permet d'expliquer les reprises d'humidité plus fortes, même si des éprouvettes comme 5A4 en transparent et 10A4 en opaque et toutes les deux en traditionnel+ ont de faibles valeurs de reprise d'humidité en fin de test (rupture du film en bout plus tardive ? joint de colle dans le double enfourchement moins dégradé ?). Il est à souligner qu'aucun joint de colle ne présente de fissure en parement, quel que soit le type de protection appliqué (traditionnel ou traditionnel+)

Le nombre trop faible d'éprouvettes testées ne permet pas de s'affranchir de ces cas particuliers qui peuvent influencer assez fortement l'analyse des résultats, même si des explications au niveau de la conception ou des formes/profils utilisés peuvent justifier ces valeurs.



Figure 13 : aboutage dans fond de rainure/contre-profil

Remarque : sur les courbes ci-dessus, les cadres Pasquet ne faisaient pas partie de l'étude mais ont été passés avec les éprouvettes lors de la réalisation de nos application sur leurs installations. L'essence est différente (Sapelli) mais l'assemblage est un double enfourchement. Le joint d'assemblage n'est pas marqué par un chanfrein en parement/contre-parement mais a été traité au Kodrin. Aucun de ces cadres n'a présenté de rupture de film que ce soit en bout d'assemblage ou en parement e contre-parement, lors des tests, contrairement aux cadres en Pin.

3.2 Vieillissement naturel

3.2.1 Mesures VN

Tout au long du vieillissement l'évolution de l'humidité a été mesurée. Un relevé a été effectué toutes les 2 semaines, sur le montant et sur la traverse constituant l'assemblage en test, comme pour le VA en RDA (voir disposition des sondes figure 10). Pour calculer les valeurs utilisées dans l'analyse et le tracé des courbes il a été fait une moyenne des valeurs « traverse » et « montant » puis une moyenne de ces moyennes sur les éprouvettes utilisées (voir tableaux 2 et 3). Les résultats des tableaux 2 et 3 sont représentés sur les courbes des figures 14a, 14b et 15a, 15b.

✓ **Sud**

Résultat des mesures réalisées sur éprouvettes orientées au Sud dans le tableau 2 ci-dessous.

Type assemblage	Finition	Référence éprouvette	Humidité moyenne																								
			Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	
			25/01/17	08/02/17	20/02/17	08/03/17	22/03/17	05/04/17	18/04/17	02/05/17	16/05/17	31/05/17	14/06/17	28/06/17	13/07/17	26/07/17	09/08/17	23/08/17	07/09/17	19/09/17	04/10/17	17/10/17	31/10/17	14/11/17	30/11/17	12/12/17	
Mécanique	Transparente	1A1	11,6	15,2	13,9	15,8	14,7	13,3	11,9	12,5	12,3	12,1	12,3	13,3	12,7	11,8	11,3	8,6	11,9	13,6	13,9	14,0	14,1	13,8	13,8	15,9	
		1A2	11,4	14,2	13,5	14,8	13,4	14,3	12,2	11,8	12,1	11,5	12,5	12,8	12,1	11,1	10,9	8,4	11,4	13,1	13,9	13,7	13,8	13,7	13,8	15,5	
		1A3	10,9	14,0	14,3	14,3	14,2	12,7	11,3	11,6	11,3	11,9	11,8	13,0	12,9	11,6	11,3	8,2	11,3	6,8	13,1	13,2	13,1	13,0	13,4	14,0	
		H _{moyenne} (%)	11,3	14,5	13,9	14,9	14,1	13,4	11,8	11,9	11,9	11,8	12,2	13,0	12,5	11,5	11,2	8,4	11,5	11,2	13,6	13,6	13,7	13,5	13,7	15,1	
	Opaque	3A1	10,7	13,8	13,4	14,6	13,9	13,5	12,5	12,1	12,6	11,9	12,9	12,8	13,0	11,9	11,5	8,9	11,3	12,6	13,6	13,4	13,2	13,1	13,5	15,0	
		3A2	11,6	14,9	14,3	15,6	14,1	13,8	12,5	15,8	12,3	12,9	13,0	12,5	12,9	12,0	11,9	9,3	12,2	12,5	13,8	13,9	13,7	13,5	14,0	14,2	
		3A3	11,2	16,7	15,3	17,3	15,7	15,0	13,4	13,4	13,6	13,4	13,0	13,3	13,8	13,5	12,7	9,8	12,1	12,8	13,5	13,9	13,7	13,4	13,7	14,0	
		H _{moyenne} (%)	11,2	15,1	14,3	15,8	14,6	14,1	12,8	13,8	12,8	12,7	12,9	12,9	13,2	12,4	12,0	9,3	11,8	12,6	13,6	13,7	13,5	13,3	13,7	14,4	
Traditionnel	Transparente	8A1	9,9	12,2	13,1	13,6	13,3	14,8	14,2	13,2	13,2	11,9	13,6	11,6	12,1	11,0	10,4	8,3	11,3	11,5	11,7	12,9	12,3	12,1	11,9	12,4	
		8A2	9,9	12,1	12,8	13,5	12,8	14,6	14,3	13,2	13,3	12,1	13,7	11,3	11,6	10,9	10,4	8,4	11,0	11,1	11,8	12,5	12,1	11,7	11,5	12,5	
		H _{moyenne} (%)	9,9	12,1	13,0	13,5	13,1	14,7	14,2	13,2	13,2	12,0	13,6	11,4	11,8	10,9	10,4	8,3	11,1	11,3	11,7	12,7	12,2	11,9	11,7	12,4	
		11A1	11,0	15,1	14,4	15,3	15,0	15,3	14,8	14,2	14,4	13,5	14,1	12,5	12,6	11,5	11,9	9,5	11,5	11,7	12,6	13,2	13,3	12,5	12,6	13,2	
	Opaque	11A2	10,5	13,6	13,8	14,3	13,4	14,6	14,3	13,7	14,0	13,2	14,5	12,5	12,8	11,8	11,9	9,4	12,3	12,7	13,0	13,9	13,6	13,0	13,0	13,1	
		11A3	8,9	11,4	11,4	14,3	12,3	13,9	13,9	13,4	13,8	12,8	15,0	12,8	12,0	11,6	11,4	9,5	11,9	12,2	12,7	13,5	12,8	12,3	12,3	12,6	
		H _{moyenne} (%)	10,1	13,3	13,2	14,6	13,6	14,6	14,3	13,7	14,0	13,1	14,5	12,6	12,5	11,6	11,7	9,5	11,9	12,2	12,7	13,5	13,2	12,6	12,6	12,9	
		Traditionnel +	Transparente	5A1	10,5	13,9	13,8	14,2	13,5	14,8	14,4	13,5	13,7	12,7	14,2	12,5	12,4	11,1	11,0	8,9	11,8	12,6	13,2	13,6	13,2	13,1	12,6
5A2	11,0			14,0	13,9	14,9	13,8	14,7	14,0	13,4	13,3	12,3	13,5	13,0	12,8	11,2	11,0	8,7	11,2	12,0	12,6	13,2	13,2	12,5	12,5	12,6	
5A3	10,5			13,9	13,6	13,9	13,0	14,5	13,9	13,2	12,8	11,6	13,6	11,9	11,5	10,6	10,8	8,5	11,0	11,9	12,2	12,7	12,5	11,7	11,5	11,6	
7A1	11,9			15,4	14,9	16,5	14,7	15,7	14,8	14,6	14,1	13,1	14,8	13,2	12,9	11,7	11,7	9,3	12,1	12,9	13,1	13,7	13,3	12,8	12,8	13,2	
Opaque	7A2		9,3	10,9	11,8	12,2	12,0	14,0	13,9	13,1	13,1	12,1	13,7	11,5	11,5	10,4	10,1	8,4	10,9	11,3	11,6	12,8	12,5	11,5	11,2	12,1	
	H _{moyenne} (%)		10,6	13,6	13,6	14,3	13,4	14,7	14,2	13,5	13,4	12,3	13,9	12,4	12,2	11,0	10,9	8,7	11,4	12,1	12,5	13,2	12,9	12,3	12,1	12,6	
	9A1		11,2	13,5	13,9	14,5	13,9	14,9	14,7	14,3	14,9	13,8	14,9	13,6	13,5	12,5	12,5	10,1	13,1	11,9	12,6	13,1	12,8	12,2	12,4	12,0	
	9A2		11,2	15,6	14,0	15,6	13,9	14,8	14,4	13,7	13,9	12,7	13,6	12,1	13,8	11,3	11,3	9,1	11,9	12,1	12,4	13,2	12,7	12,0	12,1	12,2	
Opaque	9A3	12,6	14,9	14,8	16,5	15,4	16,3	15,7	15,1	15,2	14,2	15,2	13,5	13,4	12,4	12,5	10,1	12,7	13,1	13,5	14,1	13,8	13,0	13,1	13,1		
	H _{moyenne} (%)	11,7	14,6	14,2	15,5	14,4	15,3	14,9	14,3	14,6	13,5	14,6	13,0	13,5	12,1	12,1	9,8	12,5	12,4	12,8	13,5	13,1	12,4	12,5	12,4		
	Cadres PASQUET	Transparente	13A2	11,6	14,1	14,0	14,8	13,8	14,1	13,1	13,0	13,1	12,7	13,7	12,8	12,8	12,0	11,9	9,3	11,9	13,0	13,6	13,6	13,3	13,4	13,3	14,7
			13A3	9,8	13,4	13,5	14,3	13,4	13,6	12,7	12,6	13,0	12,5	13,4	12,4	12,3	12,3	11,4	8,8	11,5	11,9	13,1	13,3	13,4	12,8	13,3	13,8
H _{moyenne} (%)			10,7	13,7	13,7	14,5	13,6	13,8	12,9	12,8	13,0	12,6	13,5	12,6	12,5	12,1	11,6	9,0	11,7	12,4	13,4	13,4	13,3	13,1	13,3	14,2	
14A3			11,8	14,3	14,1	15,1	14,3	14,4	13,7	13,4	13,8	13,3	13,9	13,3	13,1	12,3	12,2	9,9	12,6	13,1	13,6	14,2	14,0	13,3	13,7	14,9	
Opaque		14A4	10,9	13,1	13,0	14,5	13,8	13,7	13,9	13,1	13,2	12,6	13,8	12,6	12,9	11,6	11,4	9,2	11,2	11,7	13,0	13,6	13,2	12,9	13,3	14,5	
		H _{moyenne} (%)	11,4	13,7	13,5	14,8	14,0	14,0	13,8	13,2	13,5	13,0	13,8	12,9	13,0	12,0	11,8	9,5	11,9	12,4	13,3	13,9	13,6	13,1	13,5	14,7	

Tableau 2 : calcul des humidités moyennes des éprouvettes orientées au sud

Figure 14a : Suivi de l'humidité des assemblages finition transparente VN exposition Sud

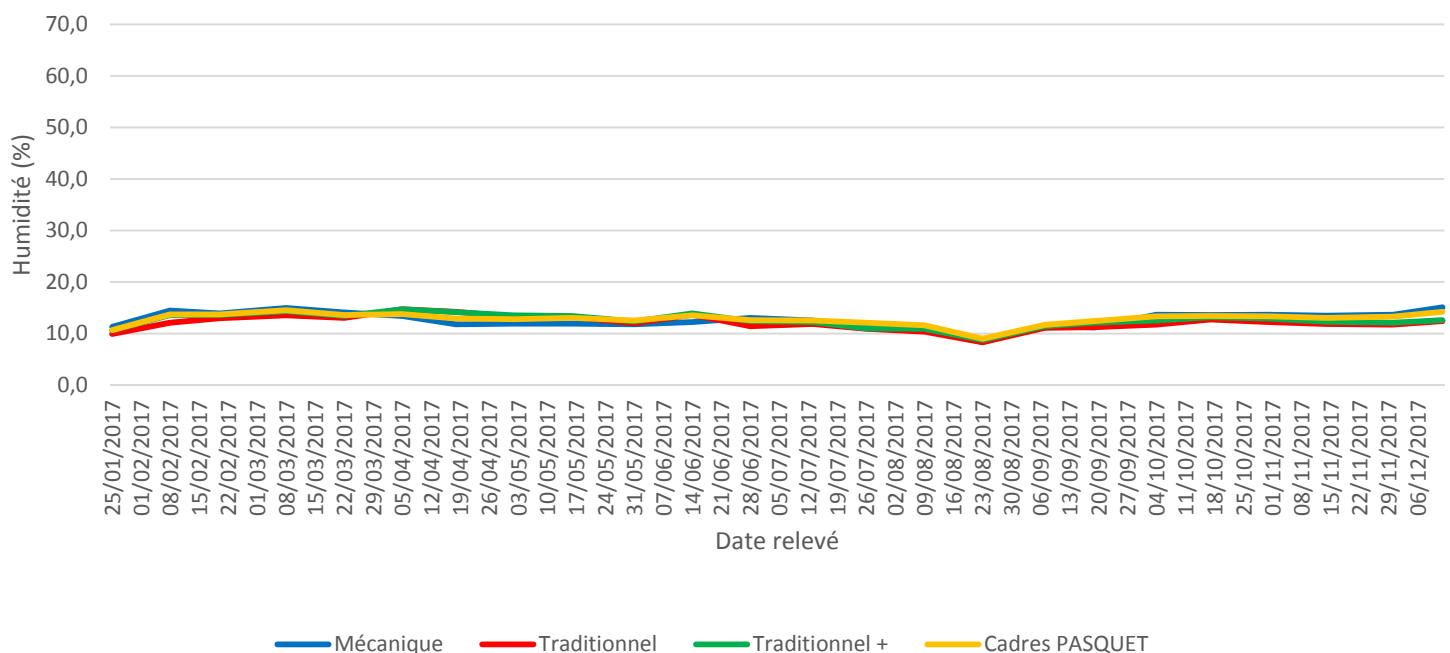
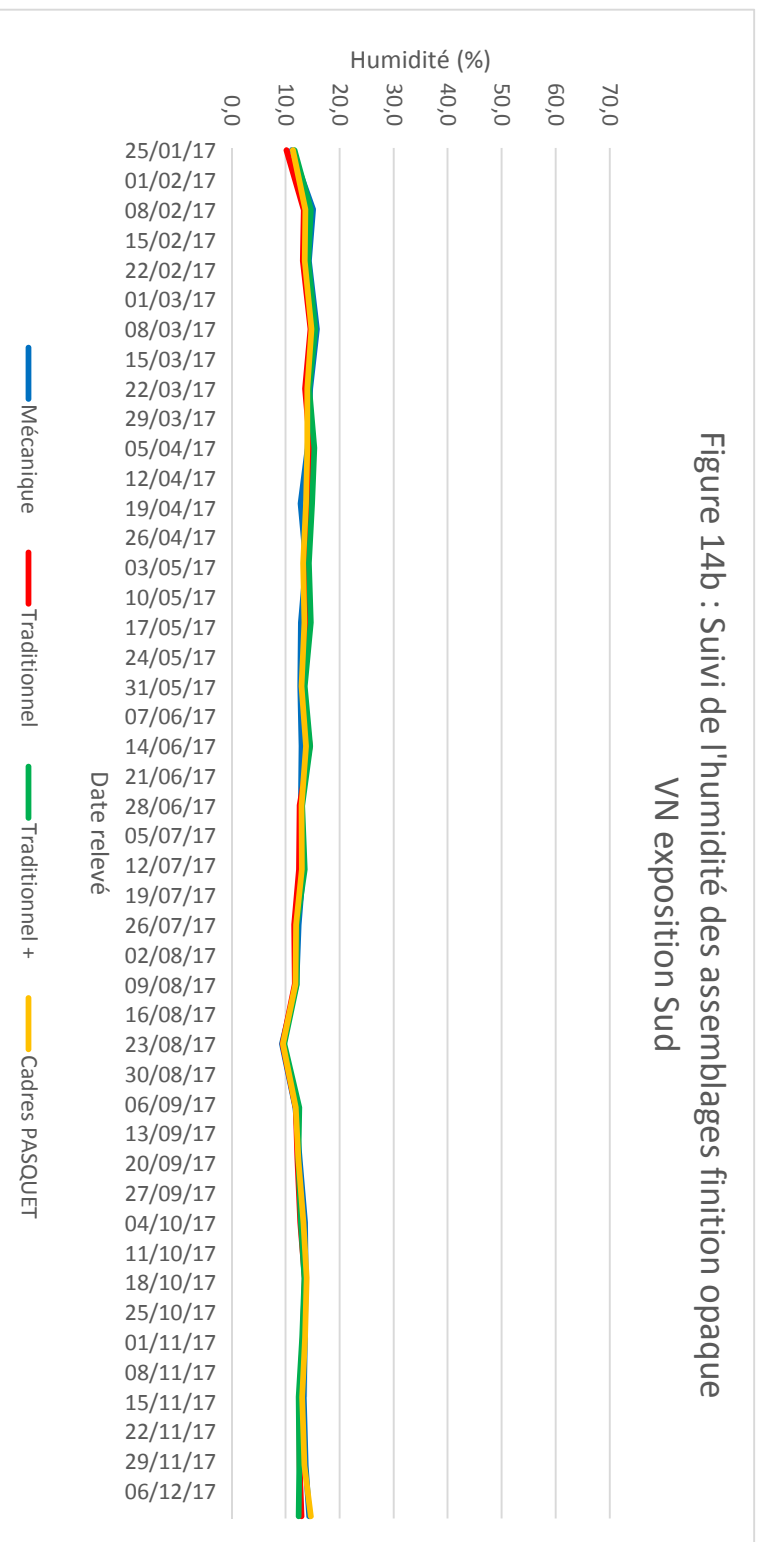


Figure 14b : Suivi de l'humidité des assemblages finition opaque
VN exposition Sud



✓ Nord

Résultat des mesures réalisées sur éprouvettes orientées au Nord dans le tableau 3 ci-dessous.

Type assemblage	Finition	Référence éprouvette	Humidité moyenne (%)																							
			Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date
			25/01/17	08/02/17	20/02/17	08/03/17	22/03/17	05/04/17	18/04/17	02/05/17	16/05/17	31/05/17	14/06/17	28/06/17	13/07/17	26/07/17	09/08/17	23/08/17	07/09/17	19/09/17	04/10/17	17/10/17	31/10/17	14/11/17	30/11/17	12/12/17
Mécanique	Transparente	2A1	12,5	17,3	15,2	17,5	15,3	15,2	13,0	13,2	12,3	12,1	13,1	13,5	13,2	11,7	11,5	8,4	12,1	13,7	14,1	14,1	14,0	13,8	14,7	17,0
		2A2	11,6	14,6	14,3	15,4	14,3	14,3	13,5	14,5	13,3	12,9	13,8	13,5	14,2	12,9	12,1	9,7	13,5	14,0	14,7	14,9	14,6	14,2	14,6	15,9
		2A3	10,9	13,8	13,9	15,0	14,0	14,3	13,6	13,5	12,9	12,5	13,4	12,5	13,2	11,8	11,6	9,4	12,3	13,0	13,9	14,4	14,0	13,6	13,9	15,8
		H _{moyenne} (%)	11,6	15,2	14,5	15,9	14,5	14,6	13,3	13,7	12,8	12,5	13,4	13,2	13,5	12,1	11,7	9,2	12,6	13,6	14,2	14,5	14,2	13,8	14,4	16,2
	Opaque	4A1	11,1	15,3	14,3	16,3	15,2	14,8	13,0	12,9	13,1	13,1	14,0	13,6	13,7	12,8	12,3	9,9	13,1	14,0	14,9	15,6	14,6	14,4	15,0	16,2
		4A2	12,1	17,0	13,9	18,5	16,9	16,5	15,0	14,7	15,5	15,1	16,6	14,4	16,4	14,8	14,1	11,4	14,3	16,3	17,6	17,1	17,4	16,0	15,6	17,1
		4A3	11,0	15,9	14,9	18,8	17,5	17,4	14,6	15,9	14,5	14,4	15,2	14,4	15,2	13,4	13,3	10,4	14,4	15,6	16,0	15,0	15,8	15,9	15,8	16,5
		H _{moyenne} (%)	11,4	16,0	14,4	17,9	16,5	16,2	14,2	14,5	14,4	14,2	15,3	14,1	15,1	13,7	13,2	10,6	13,9	15,3	16,1	15,9	15,4	15,4	15,4	16,6
Traditionnel	Transparente	8A3	9,9	14,4	12,5	13,6	12,6	13,7	13,4	12,9	13,1	12,5	13,8	11,5	12,4	11,0	10,9	9,1	12,1	12,1	12,3	13,5	13,1	12,4	12,6	13,5
		12A1	9,6	14,0	13,5	15,7	14,4	15,0	14,7	14,6	14,8	14,3	15,3	13,4	13,8	12,8	12,4	10,2	13,1	13,3	13,5	14,7	14,2	13,3	13,3	14,2
	Opaque	12A2	9,6	12,9	12,7	13,7	13,0	13,7	13,3	12,9	13,0	12,6	13,8	11,4	12,5	11,0	9,1	12,1	12,4	12,6	13,7	13,2	12,5	12,8	14,1	14,1
		12A3	9,6	13,2	12,9	14,4	13,6	14,7	14,3	13,9	13,9	13,5	15,3	12,3	13,0	12,6	12,0	9,9	12,5	12,8	13,1	14,1	13,6	12,8	13,6	14,0
		H _{moyenne} (%)	9,6	13,3	13,0	14,6	13,7	14,5	14,1	13,8	13,9	13,4	14,8	12,4	13,1	12,1	11,8	9,7	12,5	12,8	13,0	14,2	13,7	12,8	13,2	14,1
Traditionnel +	Transparente	6A1	8,6	11,2	11,5	12,3	13,4	13,8	12,8	11,9	11,8	11,1	12,5	10,4	11,2	9,9	9,8	8,0	10,6	11,6	11,5	12,3	11,7	11,0	11,4	12,0
		6A2	9,2	13,9	12,8	14,2	13,1	14,0	13,0	12,6	12,8	11,5	12,6	11,6	12,2	10,5	10,2	8,9	10,9	11,5	11,6	12,8	12,6	11,8	12,1	12,5
		6A3	9,9	12,8	13,0	14,0	13,6	14,3	14,0	13,5	13,7	12,9	14,3	12,2	12,9	11,7	11,2	9,3	12,5	12,6	13,0	14,1	13,6	13,0	13,3	14,2
		7A3	11,4	15,1	14,4	15,9	14,9	15,0	14,4	14,0	13,8	13,6	14,4	12,6	13,2	11,8	11,8	9,6	12,8	13,1	13,4	14,4	14,0	13,2	13,6	14,4
		7A4	8,8	13,7	12,4	13,1	12,1	13,6	12,5	12,5	11,9	11,6	12,9	10,4	12,3	10,7	9,9	8,5	10,6	10,9	11,3	12,5	11,9	10,2	11,7	12,3
	H _{moyenne} (%)	9,6	13,3	12,8	13,9	13,4	14,1	13,3	12,9	12,8	12,1	13,3	11,4	12,3	10,9	10,5	8,8	11,4	11,9	12,1	13,2	12,7	11,8	12,4	13,1	
	Opaque	10A1	9,5	12,4	12,6	13,1	12,4	14,1	13,4	12,8	18,3	12,1	13,4	11,4	12,0	10,8	11,0	8,7	11,1	12,0	12,2	12,9	12,7	11,9	12,3	13,0
		10A2	9,6	12,5	12,1	12,9	12,8	13,6	13,4	13,2	21,5	12,7	13,8	11,8	12,6	11,6	11,3	9,3	12,1	12,3	15,0	13,9	13,2	12,4	12,7	13,2
10A3		10,1	14,8	13,8	15,7	14,4	15,2	14,0	14,0	13,8	13,1	14,3	12,7	12,6	12,1	11,6	9,4	12,2	12,5	12,6	13,9	13,2	12,5	12,7	13,3	
H _{moyenne} (%)	9,7	13,2	12,8	13,9	13,2	14,3	13,6	13,3	17,8	12,6	13,8	11,9	12,4	11,5	11,3	9,1	11,8	12,3	13,2	13,5	13,0	12,2	12,5	13,1		

Tableau 3 : calcul des humidités moyennes des éprouvettes orientées au Nord

Figure 15a : Suivi de l'humidité des assemblages finition transparente VN exposition Nord

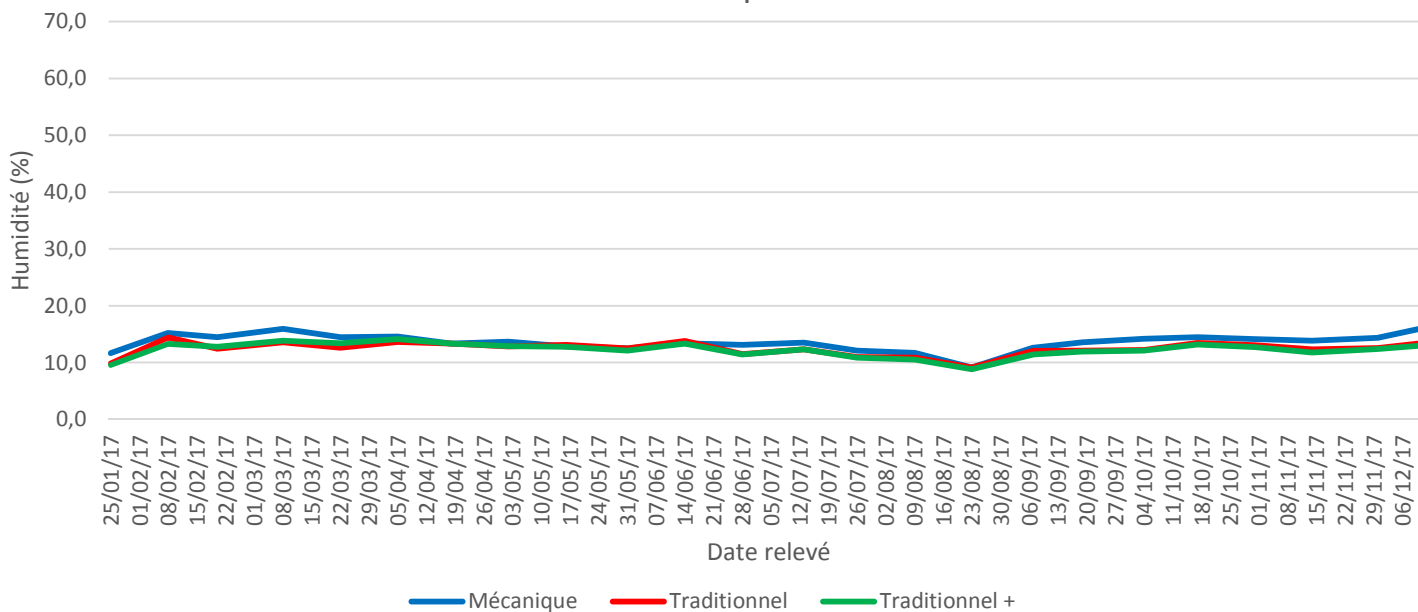
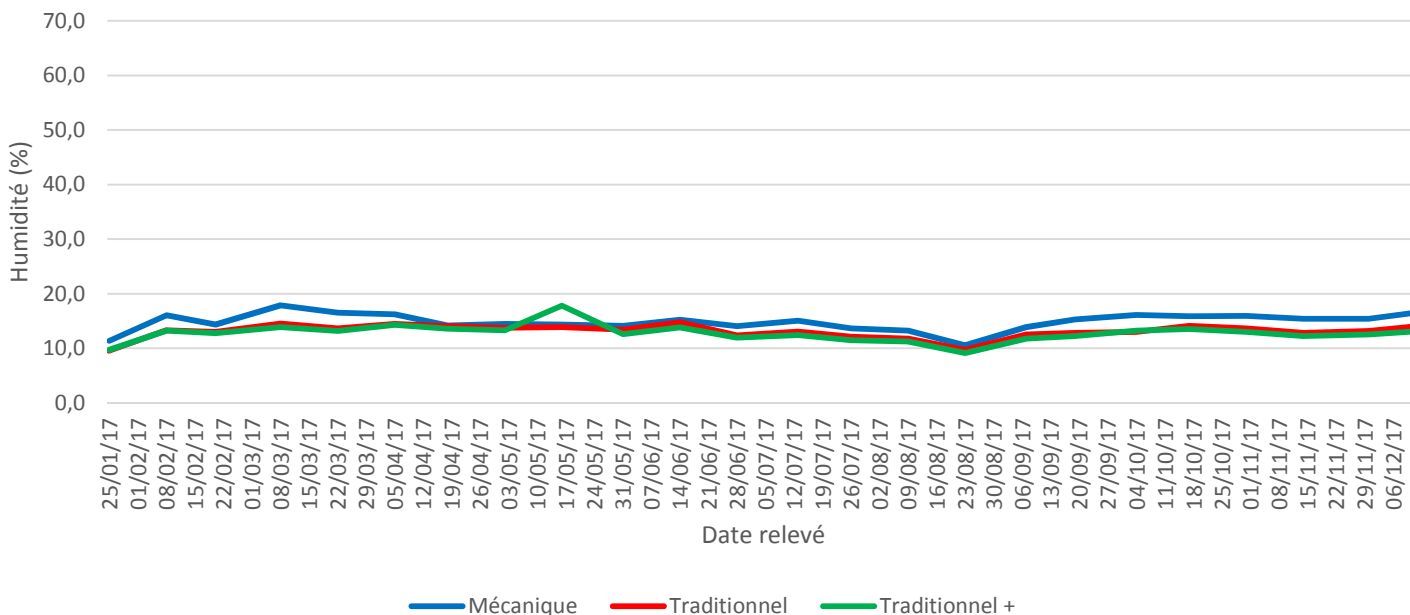


Figure 15b : Suivi de l'humidité des assemblages finition opaque
VN exposition Nord



3.2.2 Exploitation mesures VN

Les courbes de représentation des données ont volontairement été présentées avec les mêmes échelles que celles des courbes de RDA. Le bon comportement de la finition sur un an de VN apparaît à travers ces courbes et ne donne pour le moment pas du tout le même résultat que la RDA : aucune dégradation, très peu de variation de l'humidité du bois tout au long de l'année, quelle que soit la solution d'assemblage.

Les tableaux des données calculées d'après les mesures (tableaux 2 et 3) montrent un léger décalage vers une humidité plus importante des deux solutions les plus performantes lors des essais RDA, en assemblage mécanique (16 à 17% d'humidité moyenne alors que les autres sont plutôt vers 13 à 14%). Il faudra surveiller cette évolution si les éprouvettes sont remises en VN une ou deux années de plus.

4. Conclusions de l'étude et perspectives

Toutes les observations, remarques, recherches, programmes de test et résultats détaillés sont réunis dans un dossier disponible sur demande.

Le choix de l'essence pour cette étude permet de discriminer les différents types d'assemblages pour les tests RDA.

Pour ces essais comparatifs menés sur RDA, ils tendent à confirmer la hiérarchie donnée par la littérature spécifique et la théorie sur les performances en reprise d'humidité des différents types d'assemblages : les assemblages mécaniques sont ceux qui reprennent le moins d'humidité au cours du vieillissement et les assemblages traditionnels « ordinaires » ceux qui reprennent le plus. Il faut tout de même souligner que la tenue des finitions au droit des joints de collage suite au vieillissement RDA ne présente pas de rupture franche : sur la finition opaque, pas de défaut visible, sur la finition transparente perte d'adhérence en font de gorge/chanfrein mais pas de rupture. La protection Kodrin sur les assemblages (assemblages appelés « Traditionnel + » dans l'étude) semble également améliorer les résultats des assemblages traditionnels (voir courbes figure 12a et b RDA - à confirmer par le vieillissement naturel).

En ce qui concerne les essais menés en vieillissement naturel, aucune dégradation n'est constatée sur les assemblages et finition. C'est un résultat plutôt logique si l'on considère qu'un vieillissement en RDA de 24 semaines permet d'estimer un VN sur plusieurs années sur la base de systèmes de finition qualifiés conformément aux exigences de NF EN 927-2 pour systèmes stables (Dossier Technique Finition) et sur la base d'un suivi qualité du process d'application. Il n'y a donc pour le moment aucune différence significative entre les assemblages et les orientations suivant les 2 points cardinaux choisis. Il nous paraît nécessaire de remettre les éprouvettes en exposition pour une durée d'au moins 2 ans avant de pouvoir espérer constater une discrimination entre assemblages et/ou orientations géographiques.

Annexe A : Bibliographie, Sitographie

- Norme NF EN 927-3 :2017, *Produits de peinture et systèmes de peinture pour bois en extérieur* Partie 3 : Essais de vieillissement naturel.
- Rapport de la première partie de l'étude Finition 10 ans, rédigé par L. Podgorski, mai 2015
- FCBA.fr [en ligne]. 2017. Disponible sur : <http://fcba.fr/content/laboratoires-bois>
- Osram.fr [en ligne]. 2017. Disponible sur :
http://www.osram.fr/osram_fr/produits/lampes/lampes-speciales/lampes-uv/ultra-vitalux/index.jsp