



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

## Etude de la perméabilité des finitions extérieures pour bois

Laurence Podgorski<sup>(1)</sup>, Samuel Collignan<sup>(2)</sup>, Véronique Georges<sup>(2)</sup>, Jean-Denis Lanvin<sup>(3)</sup>, Frédéric Wielezynski<sup>(2)</sup>

**Siège social**  
10, avenue de Saint-Mandé  
75012 Paris  
Tél +33 (0)1 40 19 49 19  
Fax +33 (0)1 43 40 85 65

**IBC Recherche**  
Allée de Boutaut – BP 227  
33028 Bordeaux Cedex  
Tél +33 (0)5 56 43 63 00  
Fax +33 (0)5 56 43 64 80

[www.fcba.fr](http://www.fcba.fr)

Siret 775 680 903 00017  
APE 7219 Z  
Code TVA CEE : FR 14 775 680 903

(1) Etudes et Recherche, (2) Laboratoire Physique, (3) PTA

**FCBA**  
Pôle Industrie Bois Construction  
Allée de Boutaut  
BP 227, 33028  
Bordeaux Cedex  
Tél. 05 56 43 63 46  
E-mail : [laurence.podgorski@fcba.fr](mailto:laurence.podgorski@fcba.fr)

Date de début du projet : 01/02/2010  
Date de fin du projet : 30/06/2012

Confidentialité : NON  
N°réf. FCBA : n°B00558

Avec le soutien de :



	Nom	Date	Signature
Rédacteurs	Laurence Podgorski Etude et Recherche Protection du Bois	26/06/2012	
Approbateurs	Frédéric Staat Directeur IBC	09/07/2012	
	Frédéric Simon Animateur DRIS4	16/07/2012	



# Sommaire

## Résumé

1	Introduction .....	5
2	Matériels et méthodes .....	6
2.1	Bois.....	6
2.2	Finitions .....	7
2.3	Scellement des éprouvettes.....	9
2.4	Essai de perméabilité à l'eau .....	9
2.5	Vieillessement.....	11
3	Résultats .....	13
3.1	Résultats d'absorption des bois non revêtus.....	13
3.2	Résultats d'absorption des bois revêtus de finition.....	18
3.2.1	Finition transparent aqueuse TA .....	20
3.2.2	Finition transparente solvant TS.....	22
3.2.3	Produit de Comparaison Interne PCI.....	23
3.2.4	Finition opaque aqueuse OA.....	24
3.2.5	Saturateur S.....	26
3.2.6	Finition transparente industrielle TI .....	27
3.2.7	Finition opaque industrielle OI.....	28
3.2.8	Influence du nombre de couche, du grammage et de l'épaisseur.....	29
3.2.9	Influence de la méthode d'application .....	32
3.3	Efficacité hydrofuge WPE .....	34
4	Conclusions et perspectives .....	36
5	Remerciements .....	39
6	Annexe photos .....	40
7	Références.....	45

## Résumé

L'objectif de l'étude est d'approfondir les connaissances sur la perméabilité des finitions mesurée selon la norme NF EN 927-5 :2006 et de connaître l'influence d'un certain nombre de paramètres tels que l'essence, les caractéristiques d'application, l'effet du vieillissement. Habituellement réalisés sur épicéa, les tests ont également inclus deux autres essences : chêne et sapelli. Tous les vieillissements étudiés (roue, QUV, vieillissement naturel) conduisent à une forte absorption d'eau des surfaces de bois nus comparativement aux surfaces non vieilles. L'impact du vieillissement sur les bois finis est différent selon qu'on a affaire à une finition transparente ou opaque. Le vieillissement améliore l'effet barrière à l'eau des finitions pigmentées. Pour un film transparent, le vieillissement conduit en général à une légère diminution de l'absorption d'eau de la surface, suivie par une augmentation concomitante à l'apparition de craquelages. L'étude montre que la perméabilité est mieux corrélée au grammage de finition déposé qu'à l'épaisseur en résultant. Les finitions les plus performantes lors du vieillissement sont celles qui sont le plus imperméables et qui se situent en classes de perméabilité 4 et 5.

**Mots clés** : finition, vieillissement, absorption, perméabilité, eau.

# 1 Introduction

L'eau est un contributeur majeur de dégradation du bois. C'est pourquoi protéger le matériau de l'eau, et en particulier de l'eau sous forme liquide, est une des propriétés les plus importantes des finitions (lasures, peintures).

Le test normalisé décrit dans la norme européenne EN 927-5<sup>1</sup> et développé par le CEN/TC 139/WG2 est largement utilisé en Europe pour évaluer cette propriété<sup>2,3</sup>. Dans cette méthode, l'absorption d'eau liquide de la finition est déterminée en mesurant la prise d'eau d'éprouvettes revêtues exposées à l'eau durant 72 heures. La finition à évaluer est appliquée sur la face supérieure d'éprouvettes d'épicéa. Les autres faces et chants sont recouverts d'un produit de scellement afin d'éviter toute entrée d'eau par toute autre face que celle testée.

En 2005, un essai inter-laboratoire, initié par le CEN/TC 139/WG2 et auquel FCBA participait, a montré une variation considérable dans les résultats des différents laboratoires due à l'utilisation de produits de scellement différents et dont la perméabilité n'était pas contrôlée. C'est pourquoi la révision de la norme en 2006 a imposé l'utilisation d'un produit de scellement dont la perméabilité doit être contrôlée et inférieure à 30 g/m<sup>2</sup>.

Selon la norme EN 927-5, la détermination de la perméabilité des finitions est réalisée sur des revêtements fraîchement appliqués sur épicéa (sans exposition aux intempéries). La norme EN 927-2<sup>4</sup> (spécifications de performances) fixe des valeurs d'absorption d'eau à respecter selon la catégorie d'usage final visé : une perméabilité inférieure à 175 g/m<sup>2</sup> est recommandée pour des emplois stables (menuiseries par exemple) alors que pour des emplois semi-stables (bardages par exemple) la perméabilité doit être inférieure à 250 g/m<sup>2</sup>.

Cependant différentes questions se posent :

- comment cette perméabilité à l'eau liquide évolue-t-elle au cours du vieillissement des produits finis ?
- quel est le lien entre perméabilité et durabilité de la finition ?
- comment l'essence de bois influence-t-elle le comportement de la finition vis-à-vis de la reprise en eau ?
- comment la perméabilité varie-t-elle selon l'épaisseur de la finition, le mode d'application ?

L'objectif de l'étude est de répondre à ces questions, d'améliorer les connaissances sur cette propriété des revêtements afin de contribuer au développement des performances du bois revêtu et exposé aux intempéries.

## 2 Matériels et méthodes

### 2.1 Bois

L'étude a porté sur trois essences :

L'**épicéa** (*Picea abies*) est l'essence de référence puisque qu'imposée par la norme EN 927-5. Il a été sélectionné conformément à celle-ci, c'est-à-dire choisi sans nœuds ni fissures, de droit fil, de croissance normale (entre 3 et 8 cernes annuels par 10 mm) et avec une inclinaison des cernes de croissance par rapport à la face d'essai de  $(45 \pm 10)^\circ$ .

Des échantillons de duramen de **chêne** (*Quercus robur*) ont été sélectionnés, également selon les critères de la norme EN 927-5 quant à l'inclinaison des cernes.

Enfin, des échantillons de duramen de **sapelli** (*Entandrophragma cylindricum*) ont complété l'échantillonnage.

Pour chaque finition testée, et chaque paramètre étudié (temps de vieillissement, épaisseur du revêtement, etc..), 5 échantillons de  $(340 \pm 2)$  mm x  $(70 \pm 2)$  mm x  $(20 \pm 2)$  mm (L x l x e) sont utilisés. La finition à tester est appliquée sur la face supérieure d'une partie de l'éprouvette, l'autre partie restant brute (sans finition). Les échantillons sont alors coupés comme le schématise la Figure 1 conduisant à 5 éprouvettes revêtues de  $(150 \pm 2)$  mm x  $(70 \pm 2)$  mm x  $(20 \pm 2)$  mm et 5 éprouvettes non revêtues de  $(150 \pm 2)$  mm x  $(70 \pm 2)$  mm x  $(20 \pm 2)$  mm. Tous les échantillons sont repérés de façon à ce que l'absorption d'eau de chaque éprouvette revêtue soit toujours comparée à celle de sa jumelle non revêtue provenant du même morceau de bois. Travailler ainsi par échantillons appariés permet de limiter la variabilité dans les résultats. La méthode utilisée ici est plus complète que celle réellement décrite dans la norme EN 927-5 :2006 qui ne s'intéresse qu'à des éprouvettes revêtues.

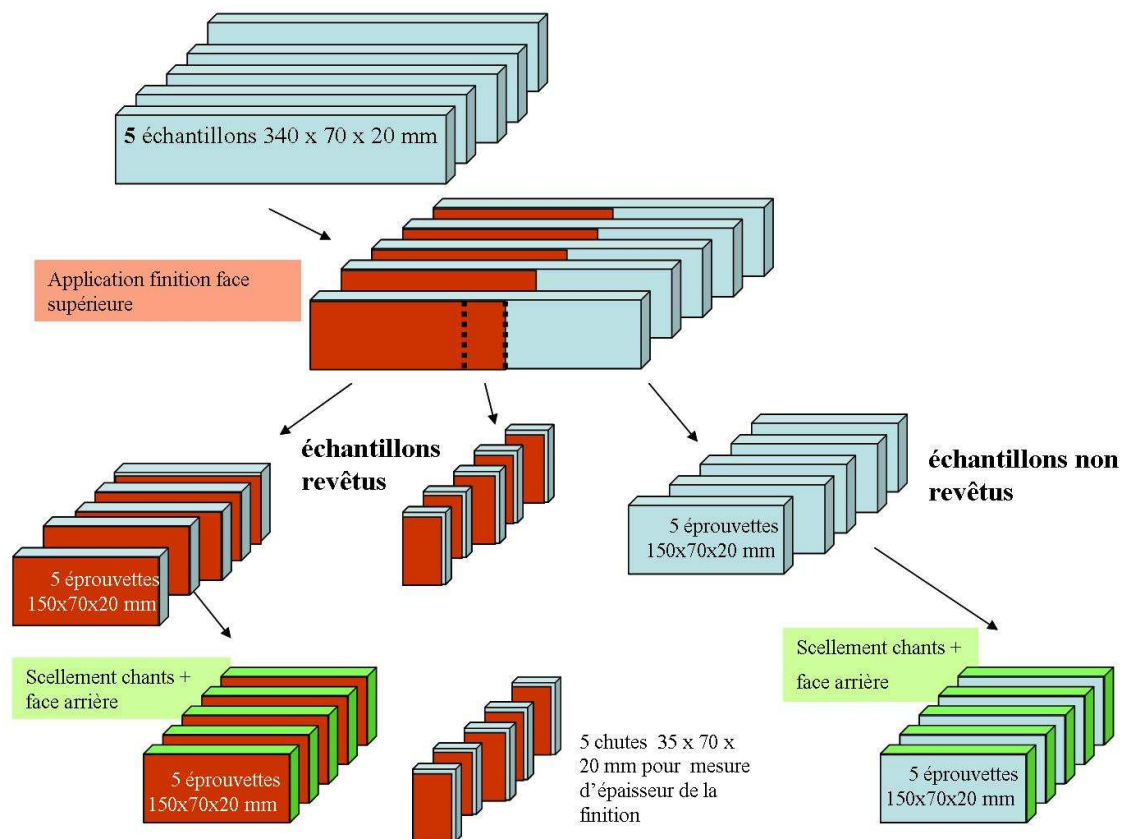


Figure 1: Préparation des échantillons revêtus et non revêtus pour test de perméabilité

## 2.2 Finitions

Sept finitions ont été testées dans cette étude et sont détaillées dans le Tableau 1.

Le saturateur a été choisi pour avoir un produit moins filmogène qu'une lasure ou peinture, obtenir une dégradation plus précoce, et faire un lien entre des valeurs de perméabilité et les performances globales du produit.

Les applications des finitions ont été réalisées comme décrites dans le Tableau 2. Pour les finitions bâtiments TA, TS, OA, PCI et S, le taux moyen d'humidité du bois avant application était de 12%.

**Tableau 1 : description des finitions testées**

code	Type de finition	Description selon fiche technique
TA	Transparente phase aqueuse	lasure satinée à base de liants mixtes alkyde/acrylique en phase aqueuse. Extrait sec en poids : $32 \pm 2\%$
TS	Transparente phase solvant	Lasure satinée à base de résines alkydes en phase solvant. Extrait sec en poids $48 \pm 2\%$
OA	Opaque phase aqueuse	Lasure opaque satinée en phase aqueuse. Extrait sec en poids $48 \pm 2\%$ .
PCI	Produit de Comparaison Interne	Lasure brun-rouge à base de résine alkyde utilisée comme produit de référence dans la norme EN 927-3 <sup>5</sup> . Extrait sec en poids environ 44%
S	Saturateur	Produit de saturation en phase solvant
OI	Finition opaque industrielle	Lasure aqueuse à base de résines acryliques. Extrait sec en poids environ 59%
TI	Finition transparente industrielle	Egalisateur de teinte en phase aqueuse à base d'émulsion acrylique. Extrait sec en poids environ 18%.

**Tableau 2 : Méthode d'application des finitions testées**

Finition	Application
TA	En trois couches à la brosse par FCBA
TS	En trois couches à la brosse par FCBA
OA	En trois couches à la brosse par FCBA
PCI	En trois couches à la brosse par FCBA
S	En deux couches à la brosse par FCBA
OI	En une couche d'environ 115 $\mu\text{m}$ sec par pulvérisation par un menuisier partenaire
TI	En une couche d'environ 75 $\mu\text{m}$ sec par flow coat par un menuisier partenaire

Les grammages humides déposés ont été relevés et sont consignés dans la Figure 12.

Après application, les éprouvettes ont été conditionnées à  $(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$  et  $(65 \pm 5) \%$  d'humidité relative jusqu'à l'obtention d'une masse constante.

L'épaisseur des revêtements a été mesurée au microscope optique. Pour chaque revêtement et chaque essence, 10 mesures ont été réalisées, sauf pour le saturateur dont l'épaisseur est trop faible pour être mesurable. Les résultats sont rassemblés dans la Figure 13.



## 2.3 Scellement des éprouvettes

Les chants et la face arrière des éprouvettes revêtues et non revêtues ont été recouverts de trois couches d'une peinture grise étanche. Au préalable, la perméabilité à l'eau de cette peinture a été contrôlée sur les trois essences étudiées en suivant la méthode de la norme EN 927-5. Les résultats de la Figure 2 montrent que ce produit de scellement satisfait les exigences de la norme EN 927-5:2006 (perméabilité du produit de scellement  $< 30 \text{ g/m}^2$ ).

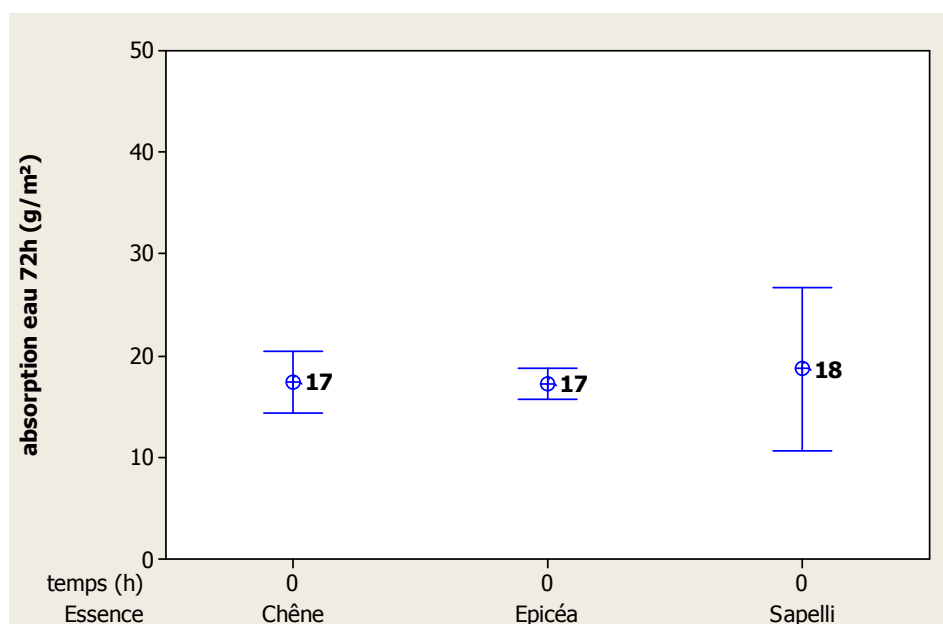


Figure 2 : Absorption d'eau du produit de scellement

## 2.4 Essai de perméabilité à l'eau

### Pré-conditionnement

La perméabilité des revêtements peut évoluer durant une courte période d'exposition à l'eau. C'est pourquoi la norme EN 927-5 prévoit un cycle de lessivage avant de procéder à l'essai de perméabilité lui-même. Il a donc été réalisé comme suit :

- suspension pendant 24 heures face dessous dans de l'eau désionisée de façon à ce que la face d'essai soit entièrement submergée ;
- séchage pendant 3 heures à  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  et une humidité relative de  $(65 \pm 5)\%$  ;

- 3 heures de séchage à 50°C ;
- 18 heures de séchage à (20 ± 2)°C et une humidité relative de (65 ± 5)%

Après le cycle de lessivage, les éprouvettes sont conditionnées en les ramenant dans un environnement contrôlé à (20 ± 2)°C et une humidité relative de (65 ± 5)% jusqu'à obtention d'une masse constante.

Ce cycle de lessivage n'a pas été réalisé sur les éprouvettes ayant subi un vieillissement artificiel ou naturel, considérant que ces expositions comprenaient déjà des phases de lessivage de la finition.

### Cycle d'absorption

Les éprouvettes revêtues et non revêtues sont pesées afin de connaître leur masse initiale  $m_0$ . Elles sont ensuite placées dans un bac contenant de l'eau désionisée, la face d'essai étant immergée dans l'eau. Après 72 heures, les éprouvettes sont retirées, débarrassées de toute gouttelette d'eau et pesées afin de connaître leur masse  $m_1$ .

L'absorption d'eau  $WA = m_1 - m_0$  est calculée pour chaque éprouvette revêtue et non revêtue. L'absorption d'eau par mètre carré de surface d'essai est obtenue en divisant l'absorption d'eau par l'aire d'essai nominale.

La réalisation de l'essai sur éprouvette revêtue et non revêtue appariées permet de s'intéresser à une grandeur supplémentaire, aujourd'hui non intégrée dans la norme européenne, mais préconisée par FCBA. Il s'agit de l'efficacité hydrofuge WPE (en anglais Water Protection Efficiency) calculée comme suit :

$$WPE = 100 \times \frac{WA_{brut} - WA_{revêtu}}{WA_{brut}}$$

où :  $WA_{brut}$  = absorption d'eau du bois non revêtu

$WA_{revêtu}$  = absorption d'eau du bois revêtu

Différentes classes de perméabilité ont été définies par les experts de FCBA comme suit :

classe 1 :  $0 \% \leq WPE < 30 \%$

classe 2 :  $30 \% \leq WPE < 50 \%$

classe 3 :  $50 \% \leq WPE < 70 \%$

classe 4 :  $70 \% \leq WPE < 90 \%$

classe 5 :  $90 \% \leq WPE$

Une finition en classe 5 correspond à un produit très imperméable à l'eau liquide.

Pour des emplois type menuiserie, les experts FCBA recommande qu'une finition complète soit au minimum en classe 3 (tout en satisfaisant les exigences de EN 927-2) et qu'elle soit au minimum en classe 2 s'il s'agit d'une protection provisoire (menuiserie à finir).

## **2.5 Vieillessement**

Trois types de vieillissement ont été réalisés.

### Vieillessement naturel (VN)

Les éprouvettes ont été exposées un an en vieillissement naturel sur le site de FCBA Bordeaux. Elles ont été placées horizontalement sur des châssis inclinés à 45° face au Sud, comme représentés sur la Figure 3.



**Figure 3: Site de vieillissement naturel de FCBA Bordeaux**

### Vieillessement artificiel la roue

La roue étant un appareil de vieillissement encore utilisé en France et notamment en autocontrôle chez des menuisiers, une partie des éprouvettes ont été fixées sur la roue de vieillissement représentée sur la Figure 4 et a été retirée après 1000 heures d'exposition au cycle de cet appareil.

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

- 12 minutes dans un bac d'eau distillée
- 27 minutes à l'air ambiant du laboratoire
- 24 minutes sous 6 lampes dont le spectre d'émission est représenté en Figure 5
- 27 minutes à l'air ambiant du laboratoire

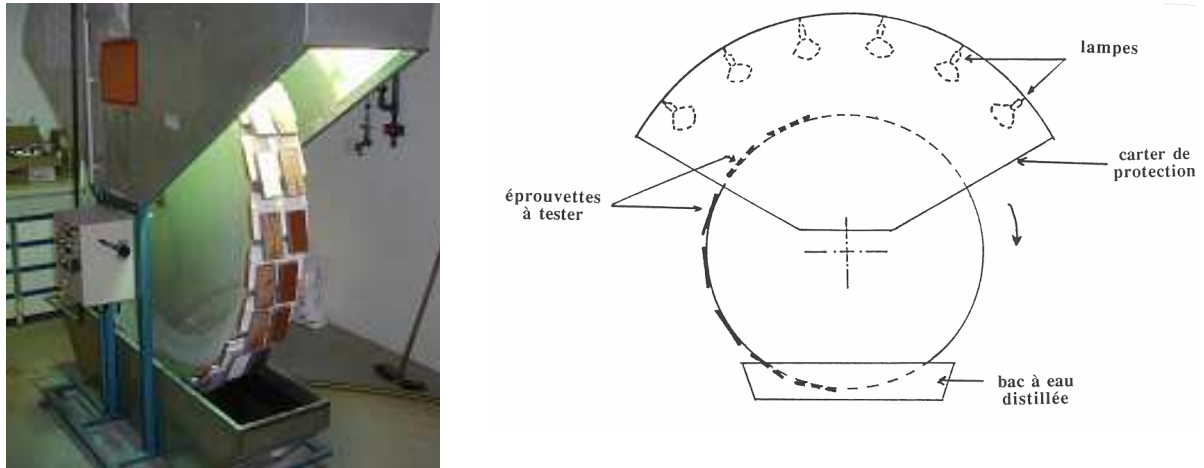


Figure 4: la roue de vieillissement

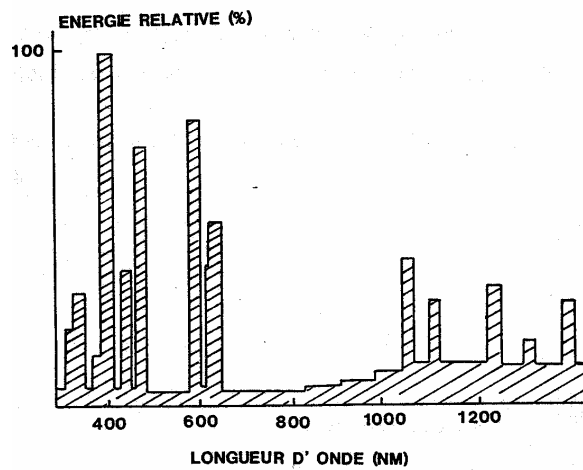


Figure 5: spectre d'émission des lampes utilisées sur la roue (lampes ultra vitalux produites par Osram)

#### Vieillessement au QUV (NF EN 927-6)

Un lot d'éprouvettes a été placé dans un QUV (Figure 6) et exposé au cycle de vieillissement de la norme NF EN 927-6<sup>6</sup>.



Vue extérieure de l'appareil



Vue intérieure de l'appareil

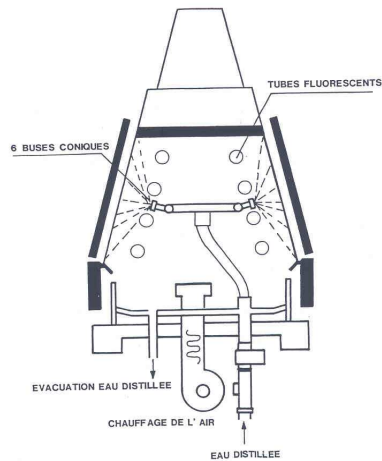
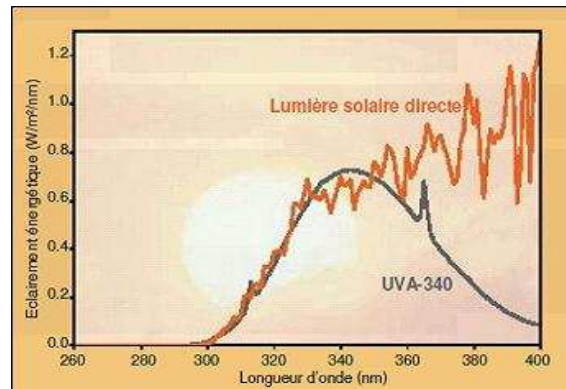


Schéma de l'appareil en coupe transversale



Caractéristiques des lampes UVA-340 nm utilisées dans le QUV

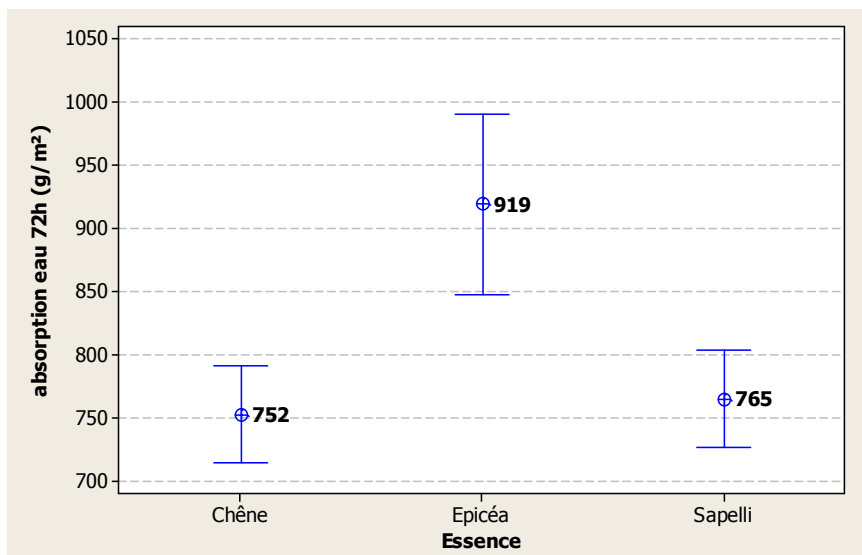
**Figure 6: l'appareil de vieillissement artificiel QUV**

### 3 Résultats

Les figures suivantes présentent la moyenne et l'intervalle de confiance à 95%.

#### 3.1 Résultats d'absorption des bois non revêtus

Les absorptions d'eau des surfaces de bois nus sont représentées dans la Figure 7 qui montre la moyenne obtenue et l'intervalle de confiance à 95% pour le chêne (23 échantillons testés), l'épicéa (29 échantillons) et le sapelli (25 échantillons).

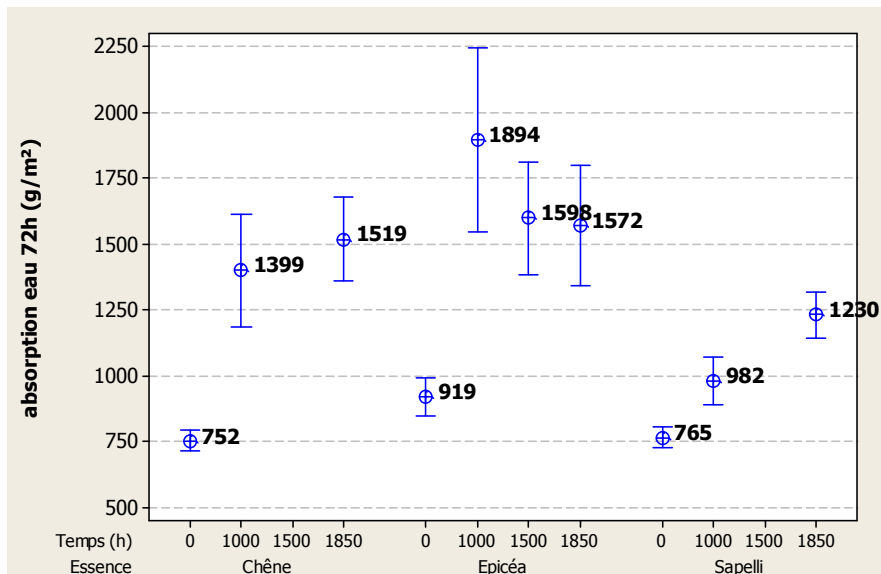


**Figure 7: Influence de l'essence de bois sur l'absorption d'eau**

La Figure 7 montre que la moyenne de l'absorption d'eau des échantillons d'épicéa (919 g/m<sup>2</sup>) est bien plus élevée que celles des échantillons de chêne (752 g/m<sup>2</sup>) et de sapelli (765 g/m<sup>2</sup>) qui sont du même ordre de grandeur.

La quantité d'eau absorbée dans le bois dépend de la masse volumique et des propriétés de diffusion<sup>7</sup>. Bien qu'elle n'ait pas été mesurée, la masse volumique des échantillons de résineux était plus faible que celles des deux essences feuillues. Selon de précédentes études menées à FCBA<sup>8,9</sup>, la masse volumique moyenne de l'épicéa est de 440 kg/m<sup>3</sup> et celle du chêne pédonculé est de 680 kg/m<sup>3</sup>. La masse volumique moyenne du sapelli est de l'ordre de 700 kg/m<sup>3</sup>.

L'influence du temps d'exposition au vieillissement artificiel dans le QUV est présentée dans la Figure 8 pour l'absorption des bois nus.



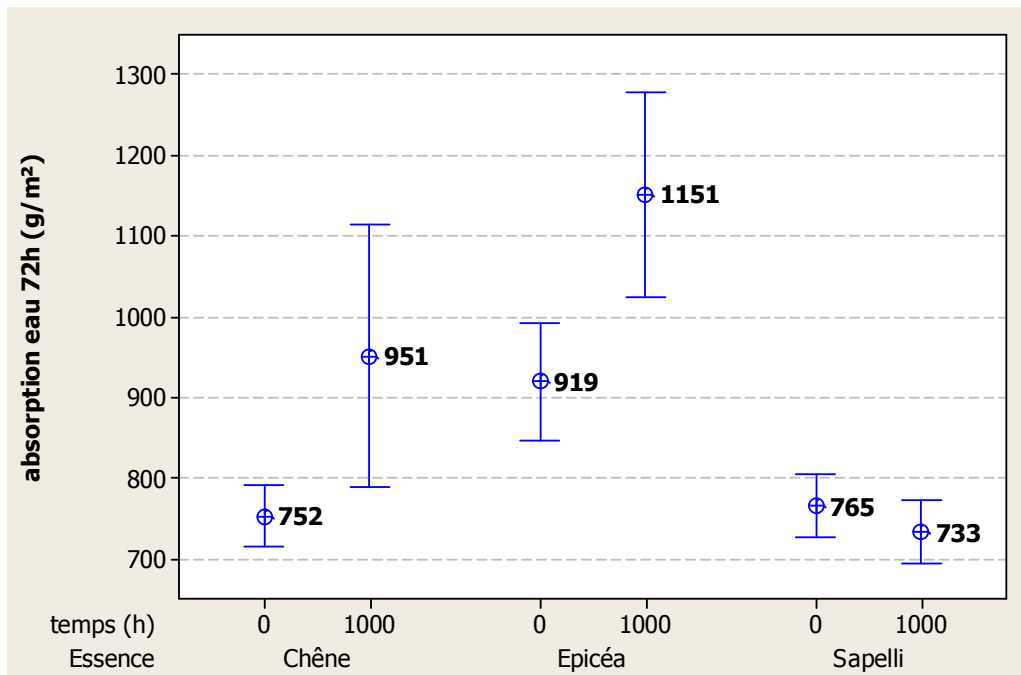
**Figure 8: Influence du vieillissement artificiel (NF EN 927-6) sur l'absorption des bois nus**

Pour les trois essences, l'exposition au vieillissement artificiel selon le cycle de la norme NF EN 927-6 conduit à une importante augmentation de l'absorption d'eau, avec une plus grande variabilité dans les résultats pour le chêne et l'épicéa. Bien que l'absorption d'eau du chêne et du sapelli était du même ordre de grandeur avant vieillissement, l'augmentation après exposition est plus faible pour l'essence africaine.

Sur l'épicéa, seule essence où les trois temps de vieillissement (1 000, 1 500, 1 850 heures) ont été pratiqués, les résultats montrent qu'allonger le temps de vieillissement artificiel n'accroît pas la valeur moyenne d'absorption d'eau. Un plateau semble s'établir après 1 000 heures de vieillissement.

Pour le chêne, un palier semble s'établir également en fin d'exposition au QUV. Par contre pour le sapelli, les résultats après 1000 et 1850 heures de vieillissement montrent une différence significative et le palier observé pour les deux autres essences ne semble pas atteint ici.

L'influence du temps d'exposition au vieillissement artificiel produit par la roue sur l'absorption des bois nus est présentée dans la Figure 9.



**Figure 9: Influence du vieillissement artificiel à la roue sur l'absorption des bois nus**

La Figure 9 montre que le vieillissement artificiel produit par la roue conduit à la même tendance que celle observée avec le QUV pour le chêne et l'épicéa : une augmentation de la moyenne d'absorption d'eau est observée. Cependant après 1 000 heures d'exposition à la roue, les valeurs obtenues sont plus faibles que celles mesurées après exposition dans le QUV.

La figure montre également que 1 000 heures d'exposition à la roue n'influencent pas l'absorption d'eau des surfaces de sapelli.

Des études précédentes ont montré que le vieillissement rend le bois plus mouillable<sup>10, 11</sup>. Les auteurs suggèrent que le vieillissement augmente la mouillabilité du fait d'une réduction de l'effet hydrophobe des extractibles du bois voire d'une extraction de ces composés, d'une dégradation de la lignine conduisant la cellulose (hydrophile) à être plus abondante en surface du matériau.

Ces changements de mouillabilité expliquent l'augmentation d'absorption d'eau constatée dans notre étude. D'autres modifications à la surface du bois dues au vieillissement peuvent aussi contribuer à une augmentation de l'absorption comme l'apparition de micro-fissures.

L'influence d'un an d'exposition au vieillissement naturel (site de FCBA Bordeaux) sur l'absorption d'eau est présentée dans la Figure 10.



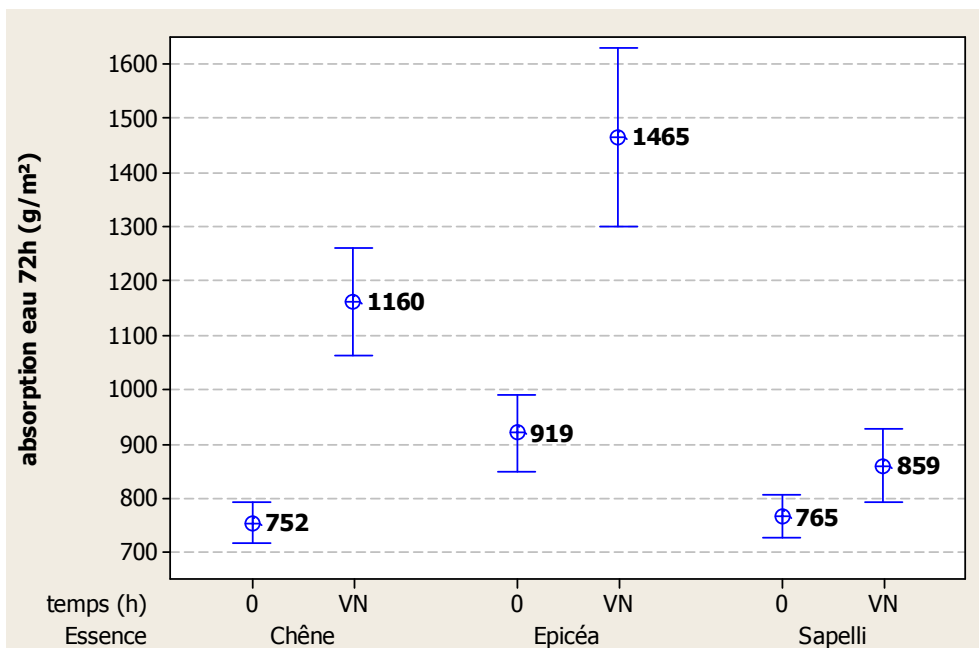


Figure 10: Influence d'un an de vieillissement naturel sur l'absorption des bois nus

Un an de vieillissement aux intempéries conduit également à une augmentation de l'absorption d'eau des surfaces de bois des trois essences testées.

L'effet obtenu pour les trois vieillissements (roue 1000 heures, naturel 1 an, QUV 1 000, 1 500 et 1 850 heures) est comparé dans la Figure 11.

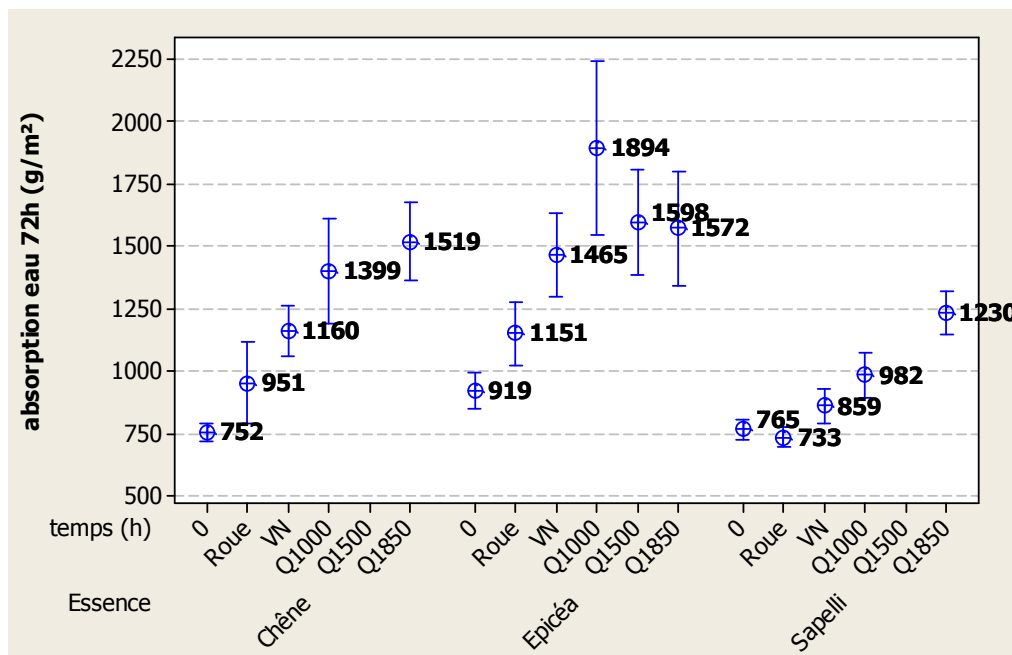


Figure 11: Comparaison de l'effet de la roue, du vieillissement naturel et du QUV sur l'absorption d'eau des bois nus

La Figure 11 permet de valider les effets induits par les deux appareils de vieillissement sur les surfaces de bois : tous deux conduisent à rendre le bois plus absorbant tout comme le vieillissement naturel mais dans des gammes de valeurs différentes.

Une exposition de 1 000 heures sur la roue conduit à des valeurs moyennes d'absorption d'eau inférieures à celles observées après un an de vieillissement naturel à 45°, ces dernières étant elles-mêmes inférieures à celles relevées après 1 000 heures et plus de QUV. Lorsqu'on évalue les performances globales d'échantillons de bois finis à travers des essais de vieillissement artificiel, il est connu que l'exposition au QUV selon NF EN 927-6 est plus sévère que celle à la roue. Cela se retrouve également ici sur des surfaces non peintes. Il serait intéressant de prolonger la durée de vieillissement naturel afin de voir si les absorptions d'eau après deux ans par exemple rejoignent celles observées au QUV. De même étendre la durée d'exposition à la roue permettrait peut-être d'aboutir à des valeurs proches de celles observées après 1 an d'exposition naturelle.

### 3.2 Résultats d'absorption des bois revêtus de finition

Le grammage moyen déposé pour chaque finition et chaque essence est inclus dans la Figure 12 (sauf pour les deux finitions industrielles dont les grammages déposés en usine n'ont pas été contrôlés).

Cette figure montre que pour une même finition, le grammage peut être considéré équivalent lorsque différentes essences ont été testées.

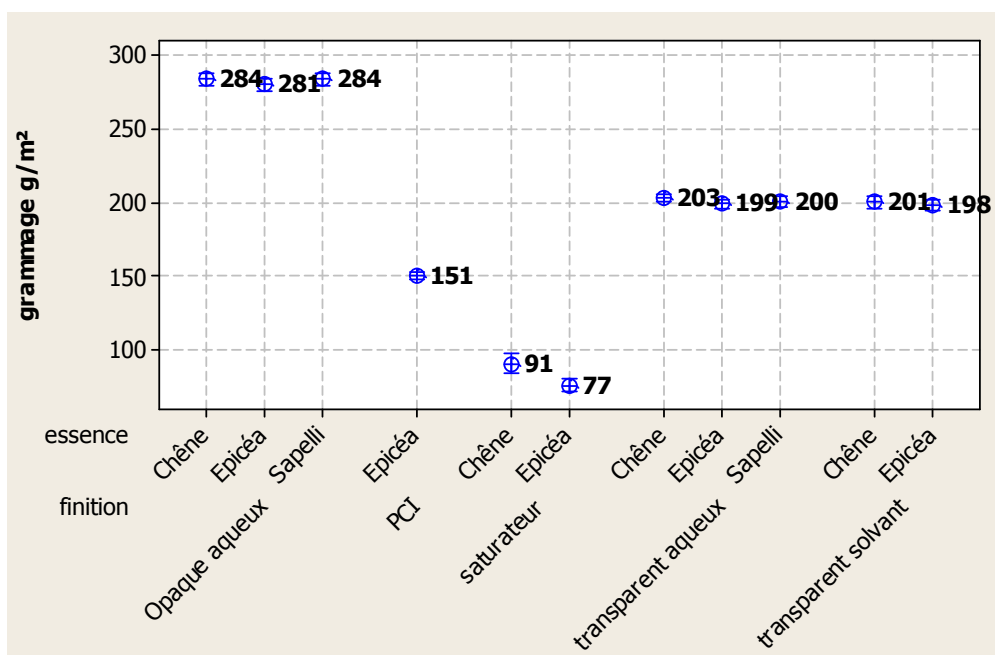


Figure 12 : Grammage humide déposé par finition et par essence

Par contre, à grammage équivalent, les épaisseurs mesurées en surface des échantillons peuvent varier pour une même finition selon l'essence sur laquelle elle est appliquée comme le montre la Figure 13 qui synthétise les épaisseurs sèches.

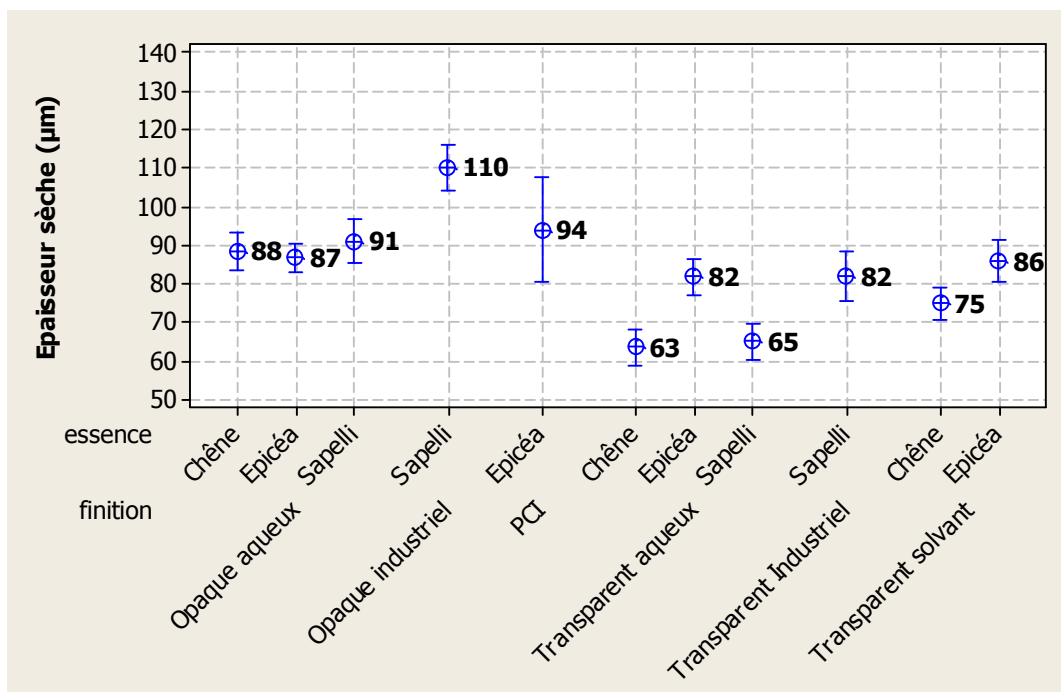


Figure 13 : Epaisseur sèche des revêtements testés

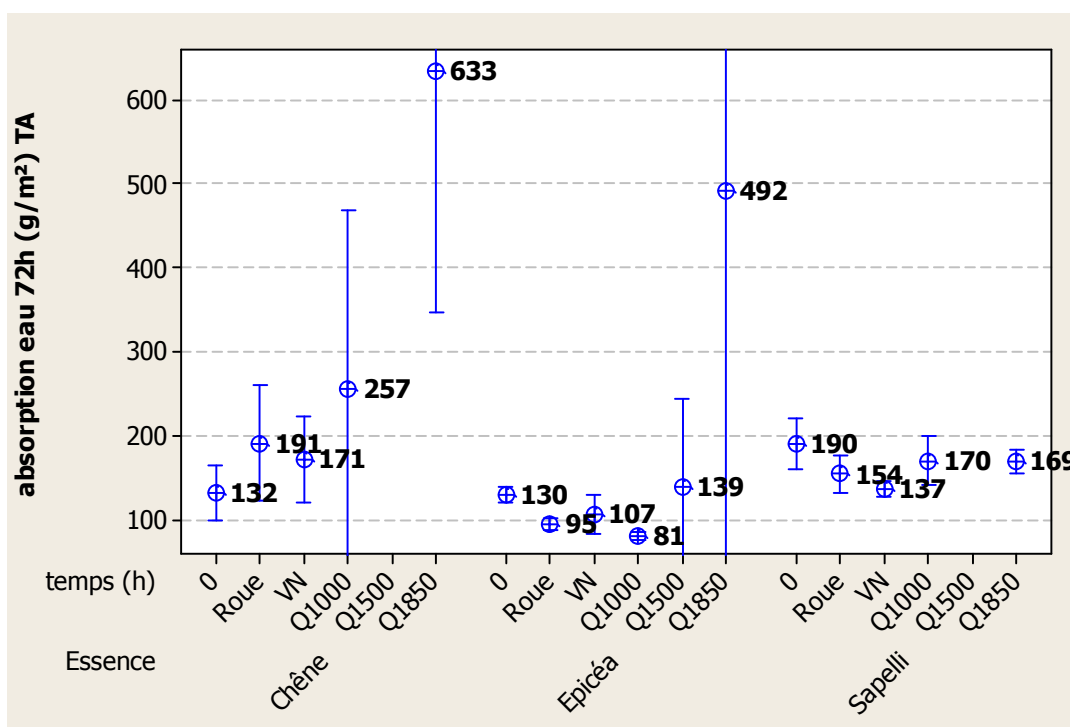
Pour les deux produits transparents TA (transparent aqueux) et TS (transparent solvant), malgré des grammages équivalents, l'épaisseur sur épicea est plus importante. Vraisemblablement ces deux produits pénètrent moins facilement dans l'essence résineuse et restent plus en surface. Par contre, appliquée sur chêne et sapelli, une partie du produit pénètre certainement plus en profondeur laissant moins de matière à la surface. Les anatomies respectives des essences contribuent à ces différences. En effet, chez les résineux les trachéides longitudinales ont une section variant de 25 à 75 µm<sup>12</sup>. Le chêne est un bois à zone initiale poreuse et le diamètre de ses vaisseaux varie de 10 à 400 µm<sup>13</sup>. Le sapelli est un bois à pores disséminés dont les diamètres varient de 90 à 200 µm<sup>14</sup>. L'anatomie des deux feuillus favorise donc la pénétration des deux produits.

A contrario, à même grammage déposé, l'épaisseur de la finition OA (opaque aqueux) peut être considérée comme équivalente pour les trois essences testées. Du fait que ce produit est plus dense (densité = 1.25 contre 0.91 pour TS et 1.05 pour TA), la pénétration du produit dans le matériau est certainement moins aisée.

Parmi les produits testés (et hormis le saturateur), c'est la finition opaque industrielle qui présente la plus forte épaisseur (en moyenne 110  $\mu\text{m}$ ), et la finition transparente aqueuse sur chêne et sapelli qui présente la plus faible (environ 65  $\mu\text{m}$ ).

### 3.2.1 Finition transparent aqueuse TA

La moyenne d'absorption d'eau du revêtement transparent en phase aqueuse apparaît dans la Figure 14.



**Figure 14: Influence des vieillissements sur l'absorption d'eau moyenne de la finition transparente aqueuse TA**

Avant vieillissement, et sur épicéa, la Figure 14 montre que, sur le critère absorption d'eau, cette lasure transparente en phase aqueuse satisfait les exigences de la norme EN 927-2 pour les emplois stables (perméabilité inférieure à 175 g/m<sup>2</sup>). Les valeurs sont comparables sur chêne et épicéa (aux alentours de 130 g/m<sup>2</sup>) mais supérieures sur sapelli (moyenne = 190 g/m<sup>2</sup>). Rappelons que les grammages initiaux déposés sur les trois essences sont pourtant équivalents pour ce produit (environ 200 g/m<sup>2</sup>), l'épaisseur en résultant étant du même ordre pour chêne et sapelli (65  $\mu\text{m}$ ), mais supérieure pour épicéa (82  $\mu\text{m}$ ). Le fait que chêne et épicéa revêtus présentent une absorption d'eau moyenne équivalente, pour un grammage similaire mais une épaisseur différente, semble indiquer que c'est le grammage

déposé plutôt que l'épaisseur qui prédomine dans le résultat d'absorption d'eau. Par contre la plus forte absorption d'eau moyenne obtenue sur sapelli est difficilement explicable, d'autant que l'essence nue reprend moins d'eau que l'épicéa (voir Figure 7). Une éventuelle migration d'extraits hydrophiles du bois par le solvant aqueux de la finition pourrait être une piste à explorer.

Après vieillissement, les résultats dépendent de l'essence.

Sur chêne, l'exposition à la roue conduit à une augmentation de l'absorption d'eau. Après les 6 semaines de vieillissement, un examen du revêtement à l'œil nu ne montre pas de craquelage. Après vieillissement naturel, une augmentation de l'absorption moyenne d'eau est également constatée et le revêtement ne présente pas non plus de craquelage. Après 1000 heures de QUV on constate une augmentation de l'absorption d'eau, plus importante que celles observées après vieillissement à la roue ou aux intempéries. Cette augmentation de l'absorption est amplifiée après 1850 heures de QUV et, à ce stade, des craquelages de la finition sont visibles.

Sur épicéa, six semaines d'exposition à la roue conduisent à une diminution de l'absorption d'eau, de même qu'un an de vieillissement naturel et que 1000 heures de QUV. A ces différents stades, aucun craquelage n'est visible à l'œil nu. A partir de 1500 heures de QUV, le processus s'inverse et une augmentation de l'absorption d'eau se produit. A ce temps d'exposition un éventuel craquelage qui expliquerait cette augmentation n'est toujours pas perceptible à l'œil, mais on peut penser que des micro-fissures existent certainement dans le film, annonciatrices d'une future amplification des phénomènes de dégradation. Par contre à partir de 1850 heures de vieillissement, le revêtement présente quelques fissures, ce qui explique la forte augmentation dans l'absorption ainsi que la plus grande variabilité dans les résultats.

Sur sapelli, les trois vieillissements (roue, vieillissement naturel, QUV) conduisent à une légère diminution de l'absorption d'eau. Pour cette essence, il est fort probable que des durées plus longues d'exposition conduisent également à une augmentation de l'absorption d'eau, tout comme il est vraisemblable, pour le chêne, que des temps plus courts d'exposition génèrent une diminution de l'absorption d'eau avant l'augmentation constatée.

Cette diminution de l'absorption d'eau était inattendue : dans la mesure où l'exposition aux UV et à l'eau conduit à un vieillissement des polymères et en particulier à l'apparition de craquelage à plus ou moins long terme, une augmentation de l'absorption d'eau était imaginée.

### 3.2.2 Finition transparente solvant TS

Les résultats concernant la lasure transparente en phase solvant sont présentés dans la Figure 15.

Avant vieillissement, l'absorption d'eau est plus faible sur épicéa que sur chêne. Rappelons que pour cette lasure le grammage déposé est équivalent pour les deux essences, mais l'épaisseur sèche résultante est plus grande sur épicéa (86  $\mu\text{m}$ ) que sur chêne (75  $\mu\text{m}$ ). Cela semblerait montrer que l'hypothèse précédemment formulée pour le revêtement TA n'est pas généralisable, l'hypothèse étant qu'à même grammage déposé et épaisseur différente, c'est le grammage qui est le plus influent sur le résultat d'absorption d'eau.

Dans le cas de la finition TS, à même grammage déposé, l'épaisseur finale a une influence sur le résultat. On peut penser alors que soit il existe un seuil à partir duquel le grammage a plus d'influence que l'épaisseur, soit les phénomènes sont différents selon la nature (phase aqueuse, phase solvant) de la formulation.

Sur chêne, les trois vieillissements (roue, naturel, et QUV) conduisent à une augmentation de l'absorption moyenne d'eau. Après exposition à la roue, le film ne présente pas de dégradations visibles à l'œil nu. Un début de craquelage est visible sur les éprouvettes ayant été exposées un an aux intempéries. Après exposition au QUV, du craquelage est visible dès 1000 heures d'exposition et s'amplifie avec l'accroissement de la durée de vieillissement.

Sur épicéa, la Figure 15 montre une augmentation de l'absorption d'eau après 1000 heures de QUV, augmentation qui n'est pas attribuable au revêtement mais à un défaut de scellement pour cette série d'éprouvettes. Hormis ce résultat les vieillissements ne semblent pas affecter l'absorption d'eau moyenne. Après les trois types de vieillissement, le revêtement ne présente pas de défauts apparents.

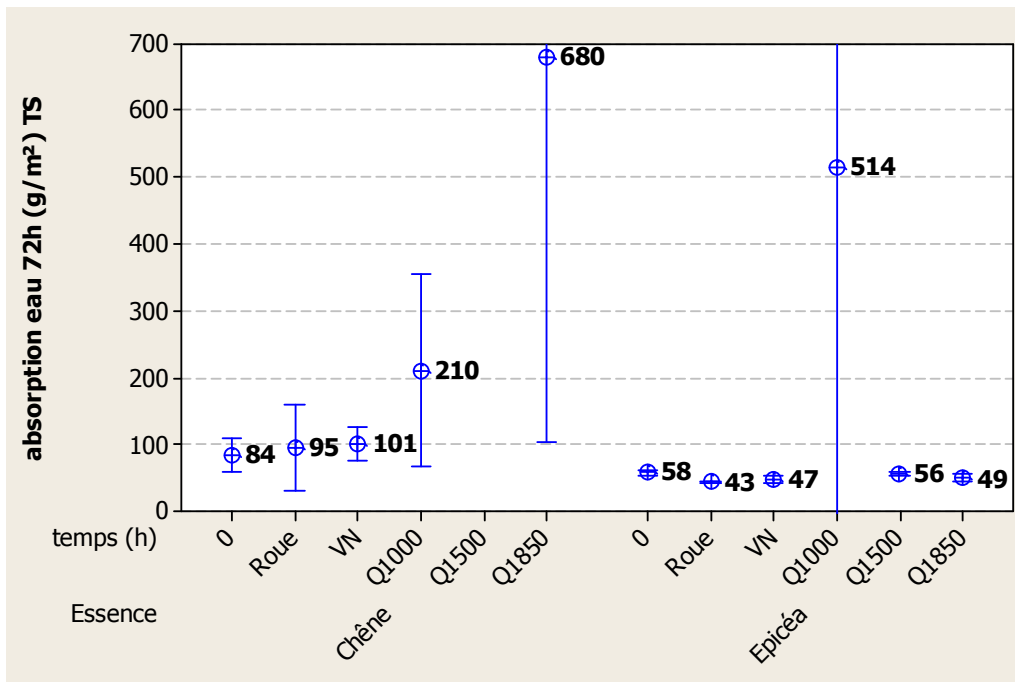


Figure 15: Influence des vieillissements sur l'absorption d'eau moyenne de la finition transparente solvant TS

### 3.2.3 Produit de Comparaison Interne PCI

L'absorption d'eau moyenne du PCI appliqué sur épicea est présentée dans la Figure 16 pour les différents vieillissements.

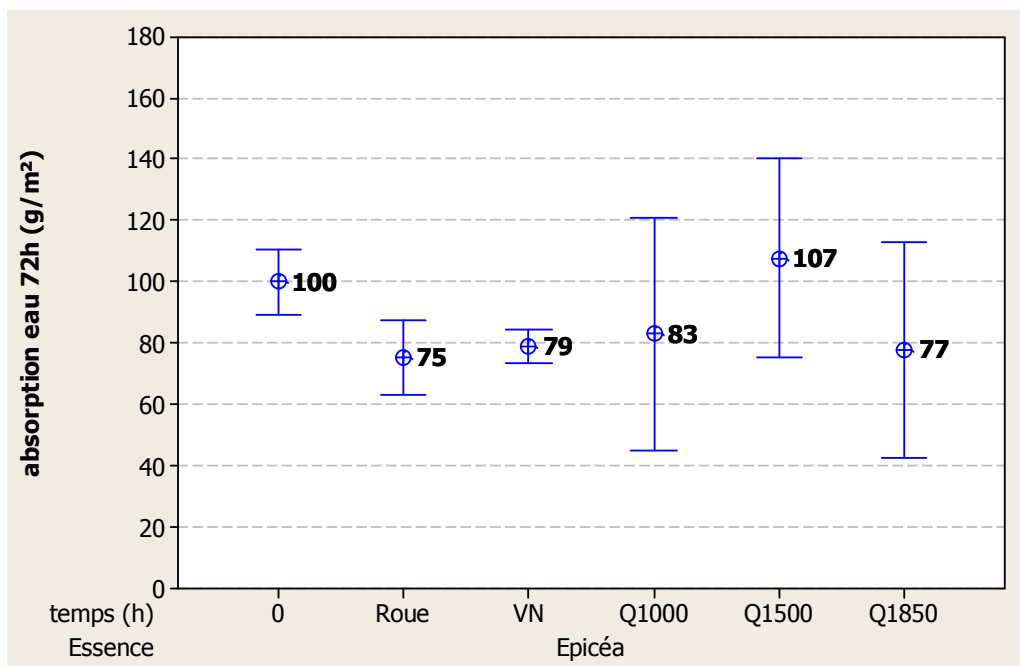


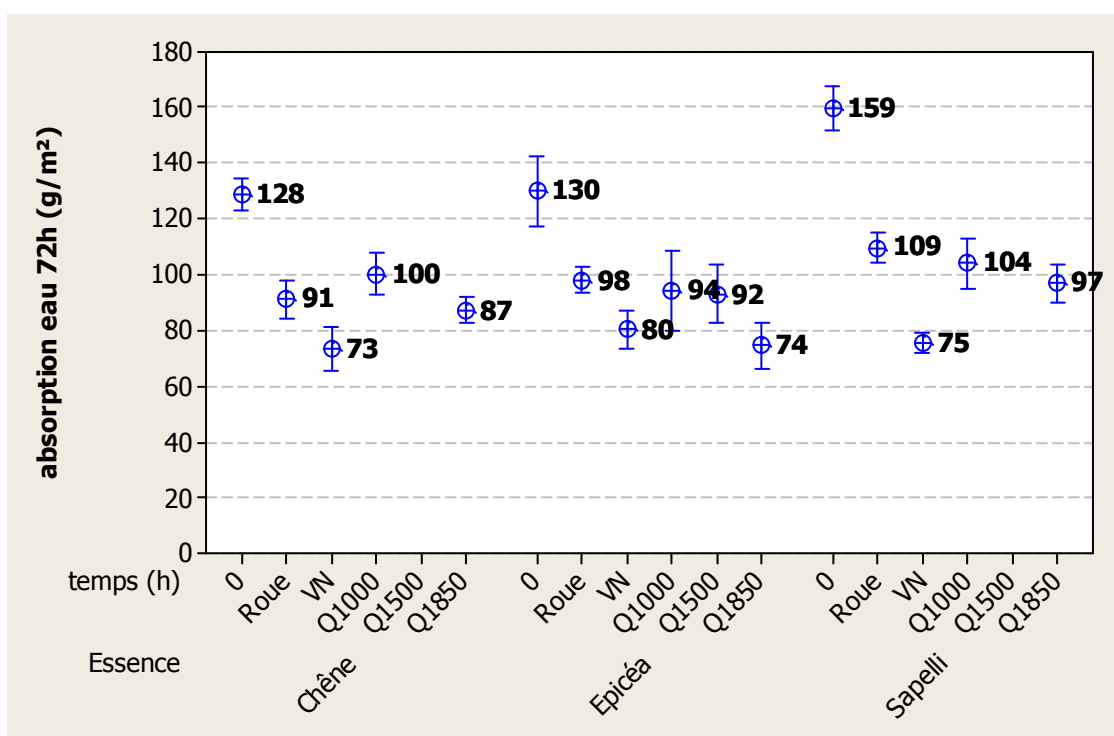
Figure 16: Influence des vieillissements sur l'absorption d'eau moyenne du PCI

Avant vieillissement cette lasure alkyde présente une absorption moyenne de 100 g/m<sup>2</sup>. Sur ce critère elle satisfait les exigences de la norme EN 927-2 (absorption < 175 g/m<sup>2</sup> pour des emplois stables).

Après vieillissement on observe une tendance à une diminution de l'absorption moyenne d'eau, résultat également inattendu.

### 3.2.4 Finition opaque aqueuse OA

La Figure 17 rassemble l'absorption moyenne d'eau de la finition opaque en phase aqueuse et son évolution due aux différents vieillissements.



**Figure 17 : Influence des vieillissements sur l'absorption d'eau moyenne de la finition opaque aqueuse OA**

Avant vieillissement, la Figure 17 montre que l'absorption d'eau moyenne de la finition opaque aqueuse varie de 128 à 159 g/m<sup>2</sup> selon l'essence testée. Sur épicea (essence de référence), la valeur est inférieure à l'exigence de la norme EN 927-2 (absorption < 175 g/m<sup>2</sup> pour emplois stables type menuiserie). Les valeurs sont voisines pour chêne et épicea, et supérieures pour le sapelli, alors que grammages et épaisseurs sont équivalents pour les trois essences. Cette différence sur le sapelli rejoint celle observée pour la finition TA où, à même grammage et même épaisseur que le chêne, une plus forte absorption était constatée



sur sapelli. Encore une fois, ce résultat trouve difficilement une explication si ce n'est celle d'une éventuelle migration d'extraits hydrophiles du support vers la finition.

Après exposition au vieillissement, on constate une très nette diminution de la valeur moyenne de l'absorption d'eau pour les trois essences considérées et les trois vieillissements. Après un an de vieillissement naturel, pour les trois essences, on aboutit à des valeurs voisines, de l'ordre de 75 g/m<sup>2</sup>.

La diminution de l'absorption d'eau observée après exposition au vieillissement naturel est aussi notée après exposition au vieillissement artificiel (roue et QUV). Cependant, de manière générale, elle n'atteint pas le niveau de celle observée après exposition extérieure, sauf dans le cas du revêtement appliqué sur épicea à la fin de l'exposition au QUV.

La diminution de l'absorption d'eau est plus prononcée qu'avec les autres revêtements. La grande différence du produit OA avec les finitions précédentes porte sur sa pigmentation puisqu'il est opaque (blanc) et donc plus fortement pigmenté que le PCI ou les deux lasures TA et TS.

C'est vraisemblablement cette forte pigmentation qui explique la baisse importante d'absorption d'eau du fait du vieillissement. La Figure 18 résume schématiquement les effets du vieillissement sur un film fortement pigmenté. Lors de son exposition au vieillissement, le liant de la finition est dégradé par les UV et l'eau conduisant, au fur et à mesure de l'exposition, à une plus forte concentration de pigments à la surface du film. Les pigments étant des substances inorganiques, ils sont hydrophobes et apportent ainsi à la surface une barrière à l'eau. A des temps plus longs d'exposition, la proportion de pigments par rapport au liant devient tellement importante que les particules pigmentaires ne sont plus du tout enrobées par le liant à la surface du film<sup>15</sup>. C'est le début du farinage.

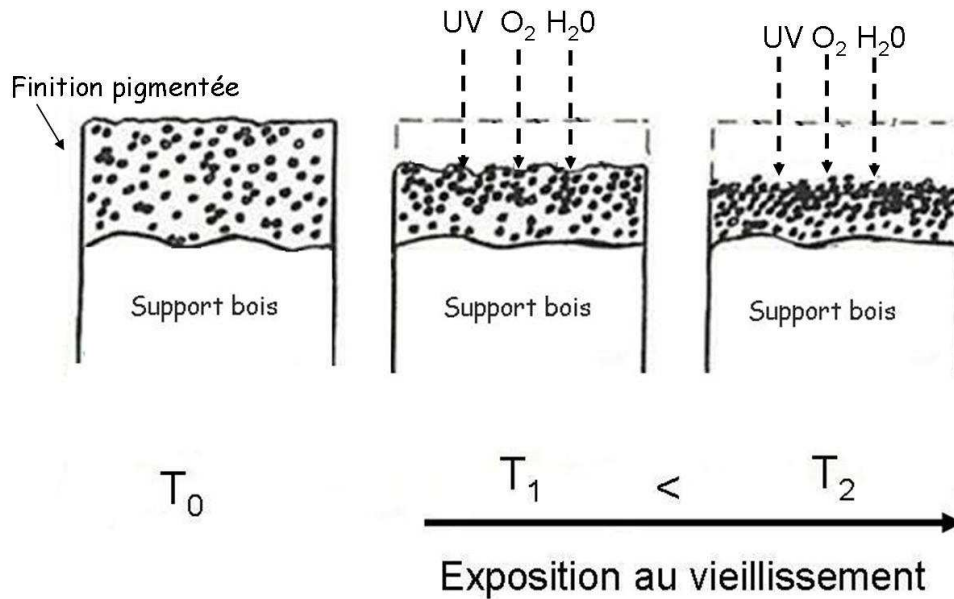


Figure 18 : Représentation schématique des effets de différents temps de vieillissement sur une finition opaque

### 3.2.5 Saturateur S

La Figure 19 montre qu'appliqué en deux couches, la valeur moyenne d'absorption d'eau du saturateur sur épicéa est de l'ordre de 440 g/m<sup>2</sup>. Sur ce critère et selon la norme EN 927-2, il rentre dans la catégorie des revêtements dédiés aux éléments non stables pour lesquels il n'y a pas d'exigences quant à l'absorption d'eau. Sur chêne, l'absorption d'eau est plus importante malgré un grammage initial de produit légèrement plus grand que sur épicéa (voir Figure 12). Appliqué en deux couches et sur un bois d'anatomie hétérogène comme le chêne, le produit ne permet vraisemblablement pas d'obtenir une couche d'épaisseur aussi régulière qu'un résineux.

Pour ce type de produit, les différents vieillissements conduisent à une augmentation des valeurs moyennes d'absorption d'eau du fait d'une dégradation importante du produit. Le revêtement n'est pas suffisamment filmogène pour apporter une protection efficace au bois et les valeurs obtenues après vieillissement tendent à rejoindre celles mesurées pour les essences nues.

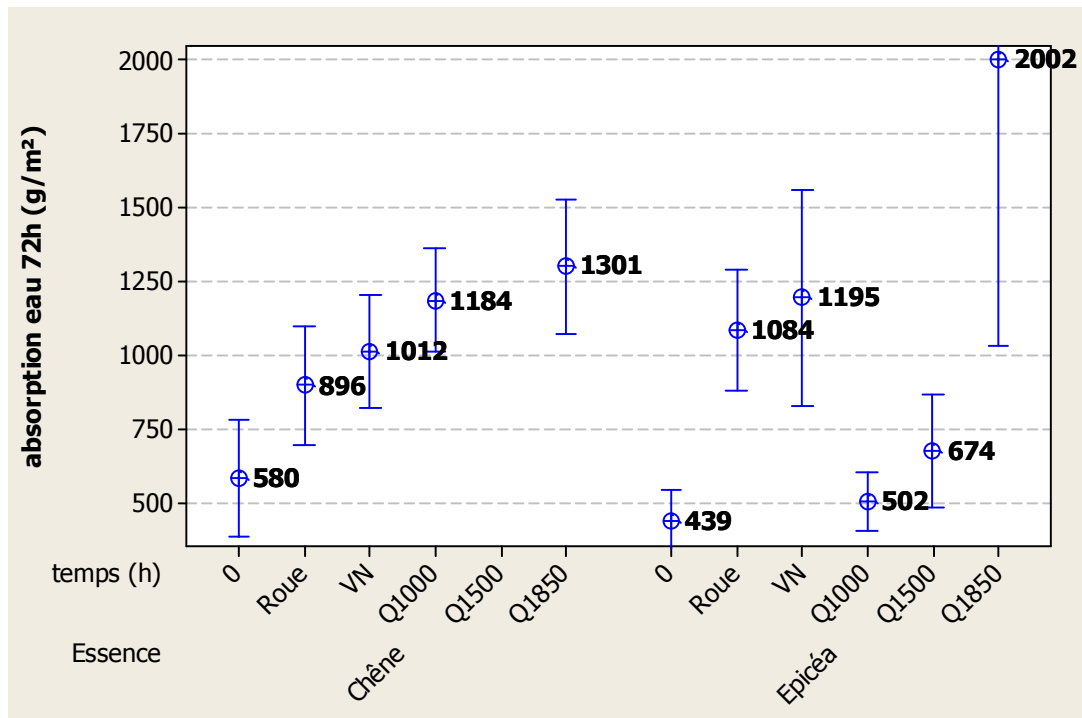


Figure 19: Influence des vieillissements sur l'absorption d'eau moyenne du saturateur S

### 3.2.6 Finition transparente industrielle TI

Sur la Figure 20, la valeur moyenne d'absorption d'eau de la finition transparente industrielle en phase aqueuse est de 243 g/m<sup>2</sup> avant vieillissement. Directement appliquée en usine sur sapelli, cette finition n'a pas été évaluée sur épicea, mais on peut supposer que la valeur obtenue sur cette essence aurait été plus basse, sur la base des résultats obtenus pour OA et TA évaluées sur les deux essences. En admettant une baisse de l'ordre de 20 à 30 % (calculée à partir des résultats de OA et TA), on aboutirait à une valeur sur épicea comprise entre 190 et 170 g/m<sup>2</sup>, ce qui conduirait à un dépassement de la limite spécifiée (175 g/m<sup>2</sup>) pour les éléments stables tels que les menuiseries.

Après vieillissement à la roue, le film ne présente de craquelages. Par contre après un an de vieillissement aux intempéries et après exposition au QUV de nombreux craquelages de la finition sont relevés, contribuant à l'augmentation de l'absorption moyenne observée.

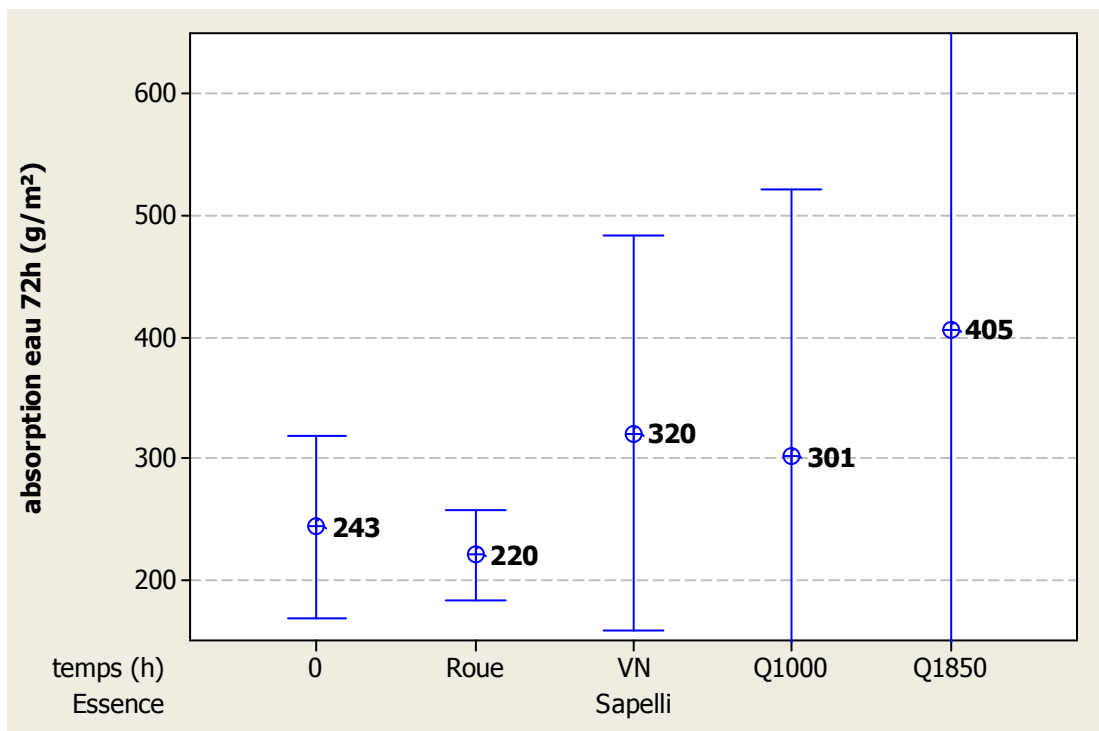
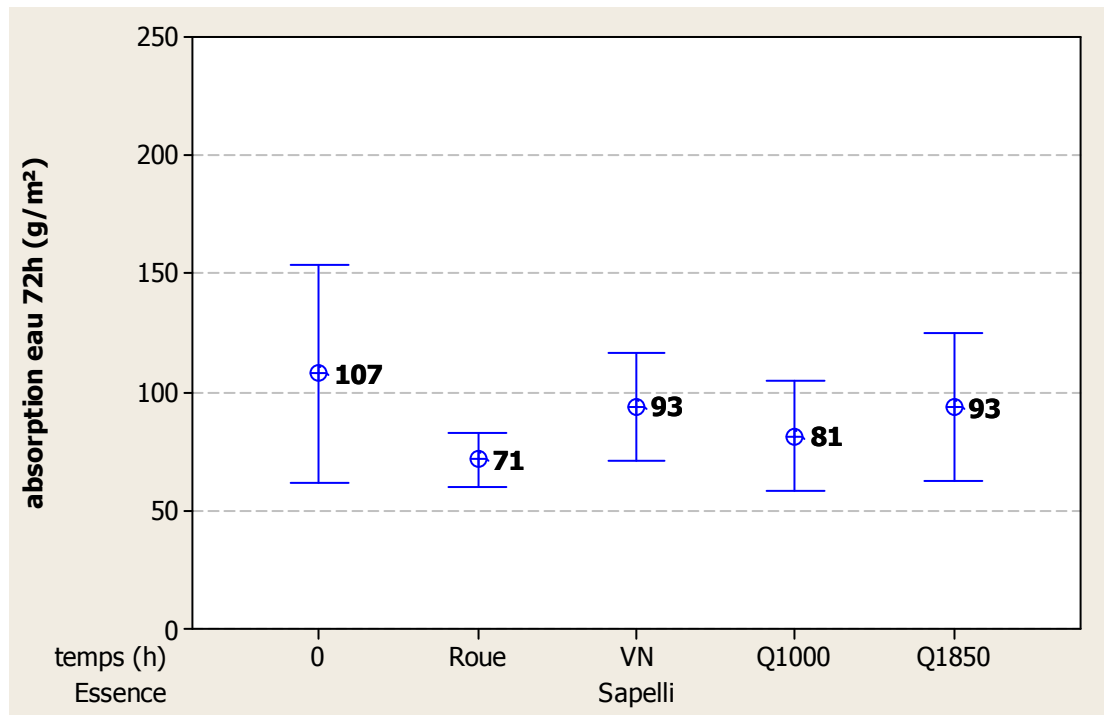


Figure 20: Influence des vieillissements sur l'absorption d'eau moyenne de la finition transparente industrielle TI

### 3.2.7 Finition opaque industrielle OI

Avant vieillissement la valeur moyenne d'absorption d'eau de la finition opaque industrielle en phase aqueuse est de 107 g/m<sup>2</sup>, comme le montre la Figure 21. Comme pour la finition transparente industrielle, la finition OI a été appliquée en usine sur sapelli et n'a pas été évaluée sur épicea. En prenant les mêmes hypothèses que précédemment, on peut estimer que la moyenne d'absorption d'eau sur épicea se situerait entre 75 et 83 g/m<sup>2</sup>, bien en deçà de la limite spécifiée par la norme EN 927-2 pour les éléments stables.



**Figure 21: Influence des vieillissements sur l'absorption d'eau moyenne de la finition opaque industrielle OI**

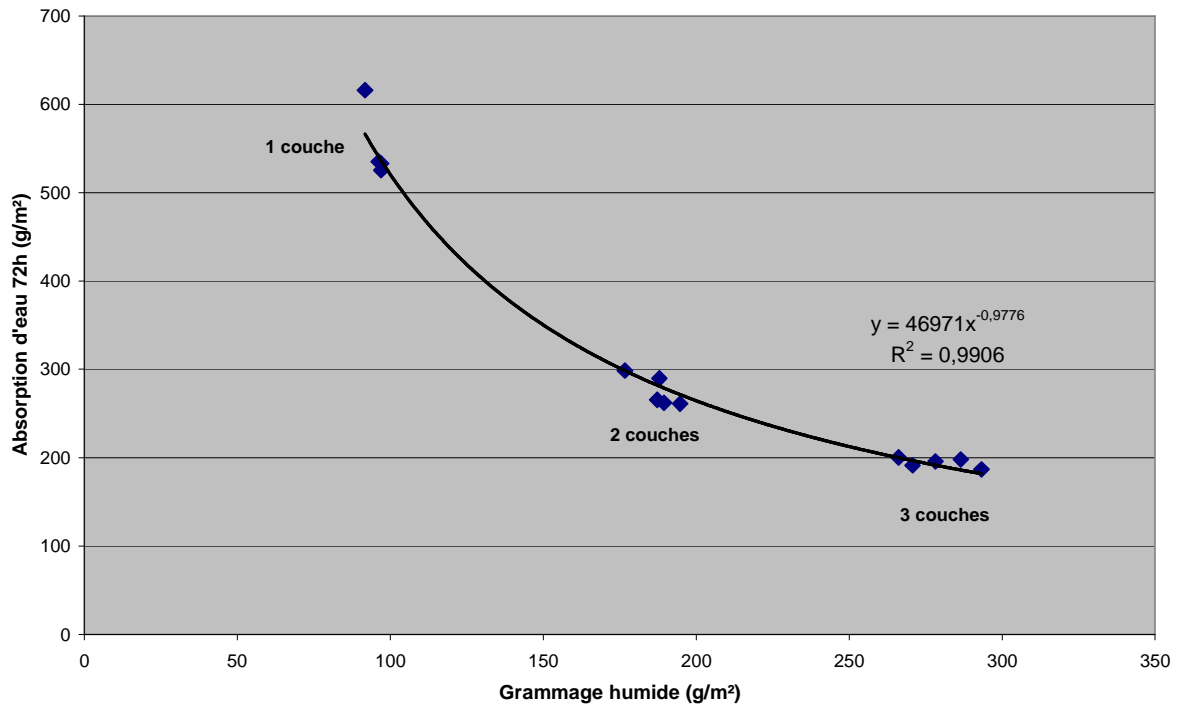
Compte tenu de la dispersion des résultats, en particulier sur le témoin non vieilli, il est difficile de dégager des tendances après vieillissement. Une baisse de l'absorption d'eau semble tout de même se produire après vieillissement à la roue. L'effet du vieillissement naturel et du QUV est moins visible.

Face à un revêtement fortement pigmenté, on ne retrouve pas la nette diminution observée avec OA. Cela peut être dû au fait que la finition OI est bien plus épaisse (une vingtaine de microns de plus que OA). C'est en effet la finition la plus épaisse parmi celle testée.

### 3.2.8 Influence du nombre de couche, du grammage et de l'épaisseur

La finition opaque en phase aqueuse OA a été appliquée sur épicéa en une, deux et trois couches. Grammages humides et épaisseurs sèches ont été mesurés. Les mesures d'absorption d'eau ont été évaluées sur des éprouvettes n'ayant subi aucun vieillissement. Pour cette série d'échantillons, le cycle de lessivage préalable à l'essai de perméabilité n'a pas été réalisé.

L'influence du grammage humide sur l'absorption moyenne d'eau après 72 heures de test apparaît dans la **Figure 22**. Plus le grammage de finition déposé augmente, meilleur est l'effet barrière à l'eau de la finition. L'absorption d'eau décroît de manière exponentielle.



**Figure 22 : influence du grammage humide sur l'absorption moyenne d'eau (finition OA)**

Les épaisseurs sèches correspondant à ces grammages humides sont reportées dans la Figure 23 et leur influence sur l'absorption d'eau est visible dans la Figure 24. Celle-ci montre que l'absorption d'eau diminue également de façon exponentielle avec l'augmentation de l'épaisseur de la finition, avec cependant un moins bon coefficient de corrélation.

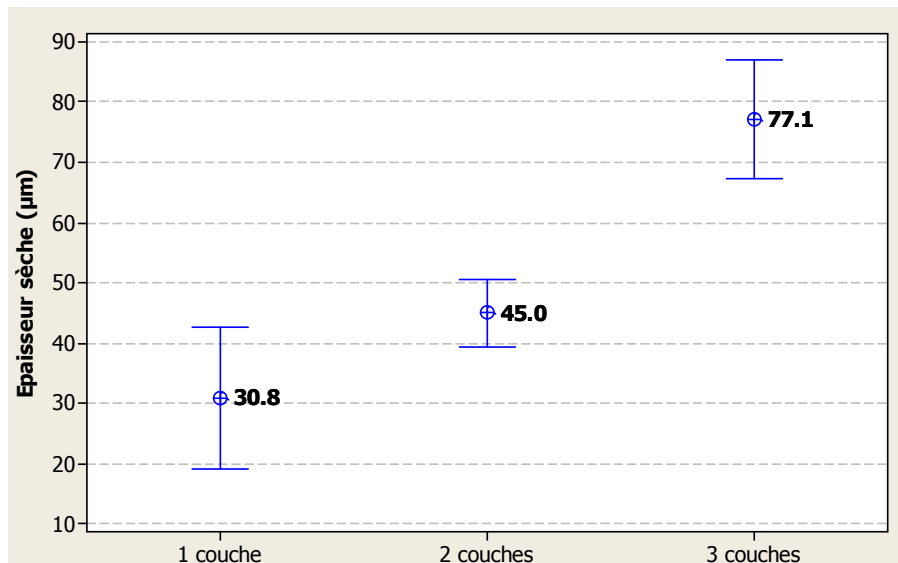


Figure 23 : Influence du nombre de couches sur l'épaisseur sèche - Finition OA sur épicea

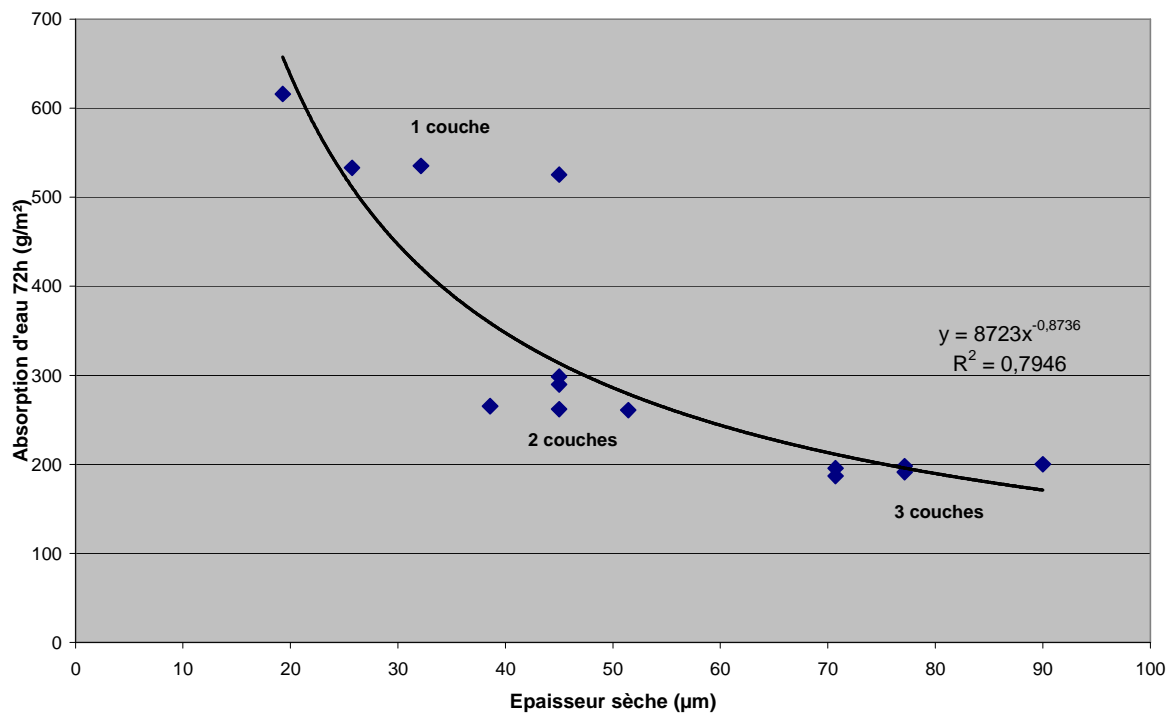


Figure 24 : influence de l'épaisseur sèche sur l'absorption moyenne d'eau (finition OA)

Ces figures montrent que le grammage humide est mieux corrélé à l'absorption d'eau que l'épaisseur sèche, celle-ci étant a priori plus tributaire des caractéristiques anatomiques de surface (diamètres des vaisseaux, présence de bois initial ou final, rugosité).

La Figure 24 permet de constater qu'appliquer une même épaisseur (ici de 45  $\mu\text{m}$ ) en une couche ou deux couches a une grande influence sur le résultat. En une couche, une absorption d'eau moyenne de 525  $\text{g}/\text{m}^2$  est mesurée, alors qu'en deux couches l'absorption moyenne n'est plus que de 282  $\text{g}/\text{m}^2$ . L'application en deux couches comporte un temps de séchage (ici d'une durée d'une nuit) qui est bénéfique aux performances finales de la finition.

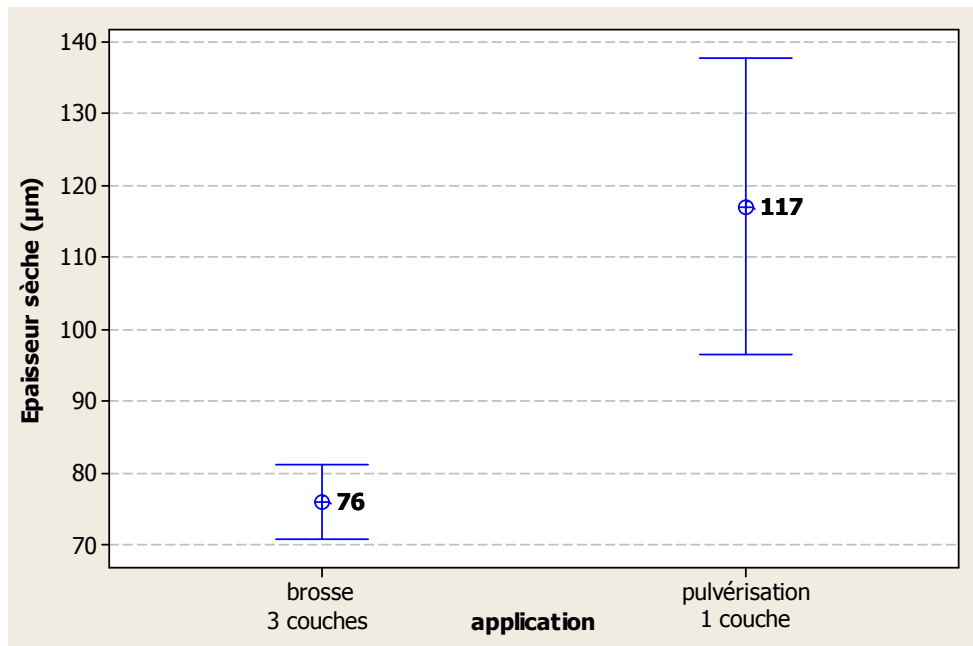
Ces résultats illustrent l'importance des recommandations d'applications données dans les fiches techniques des finitions et/ou par les fabricants de produits. Bien souvent ces recommandations visent une épaisseur de produit à atteindre lors de l'application. Une recommandation en terme de grammage est plus judicieuse.

### **3.2.9 Influence de la méthode d'application**

Les résultats de la finition opaque industrielle OI appliquée en usine, en une couche par pulvérisation ont été comparés à ceux obtenus avec la même finition appliquée à la brosse par FCBA en trois couches. Les essais ont été menés sur sapelli. La Figure 25 rassemble les épaisseurs sèches mesurées et la Figure 26 présente les résultats d'absorption moyenne d'eau.

Dans le cas de l'application à la brosse, le grammage moyen relevé était de 249  $\text{g}/\text{m}^2$ . Il n'est pas connu dans le cas de l'application en usine qui visait une épaisseur à atteindre. L'application à la brosse en trois couches conduit ici à une finition d'épaisseur plus régulière, et plus faible que l'application par pulvérisation.

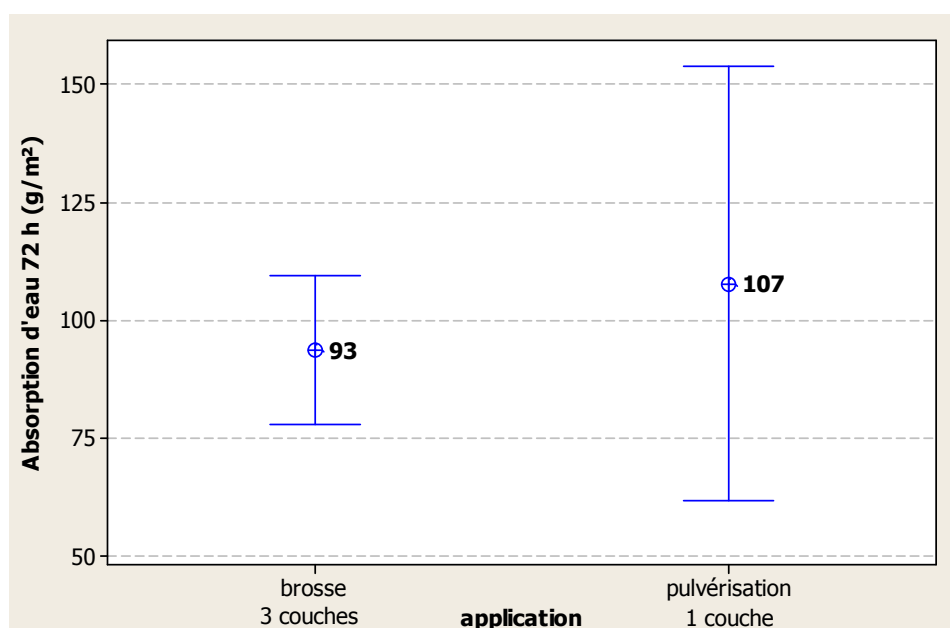




**Figure 25 : influence de la méthode d'application sur l'épaisseur sèche -Finition OI sur sapelli**

Les résultats d'absorption d'eau sont meilleurs, et moins variables, dans le cas de l'application en 3 couches à la brosse, comme le montre la Figure 26.

Cela rejoint le résultat précédemment obtenu quant à l'influence du nombre de couches. Ici encore, permettre un temps de séchage entre couches semble bénéfique. De plus, l'action mécanique de la brosse sur la surface du bois permet certainement une meilleure pénétration du produit dans le matériau, contribuant à un grammage final certainement plus élevé qu'en pulvérisation.



**Figure 26 : Influence de la méthode d'application sur l'absorption d'eau –Finition OI sur sapelli**

### 3.3 Efficacité hydrofuge WPE

L'efficacité hydrofuge a été calculée comme expliqué au paragraphe 2.4

Dans le cas des revêtements vieillis, le calcul a été effectué par rapport à l'absorption du bois nu non vieilli. Les figures suivantes présentent les résultats tout en rappelant les classes de perméabilité suggérées par les experts FCBA (cf §2.4).

La Figure 27 présente les résultats concernant l'épicéa.

A l'état initial (T0) et dans les conditions d'application réalisées (nombre de couches, grammages), le saturateur se place en classe 3, les finitions OA, PCI et TA en classe 4, et la finition TS en classe 5. La classe de perméabilité est affectée par le vieillissement dans le cas du saturateur S et de la finition transparente en phase aqueuse TA.

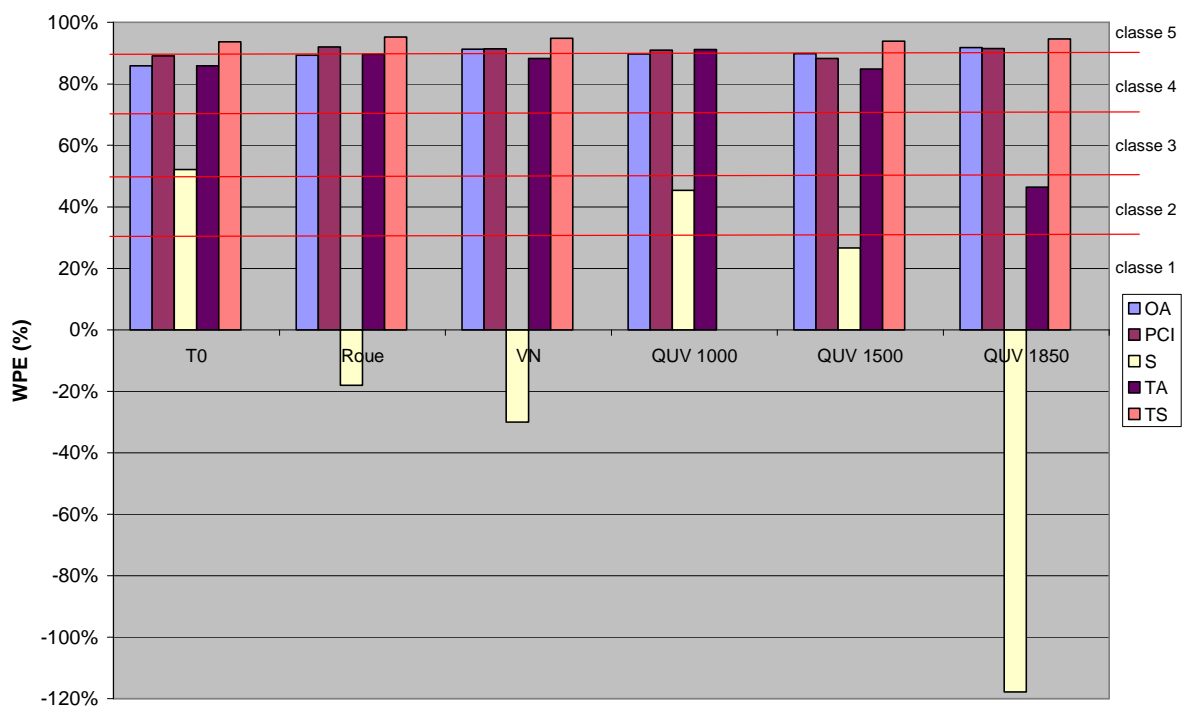


Figure 27 : Efficacité hydrofuge des revêtements appliqués sur épicéa

Les résultats d'efficacité hydrofuge des finitions appliquées sur chêne sont rassemblés dans la Figure 28.

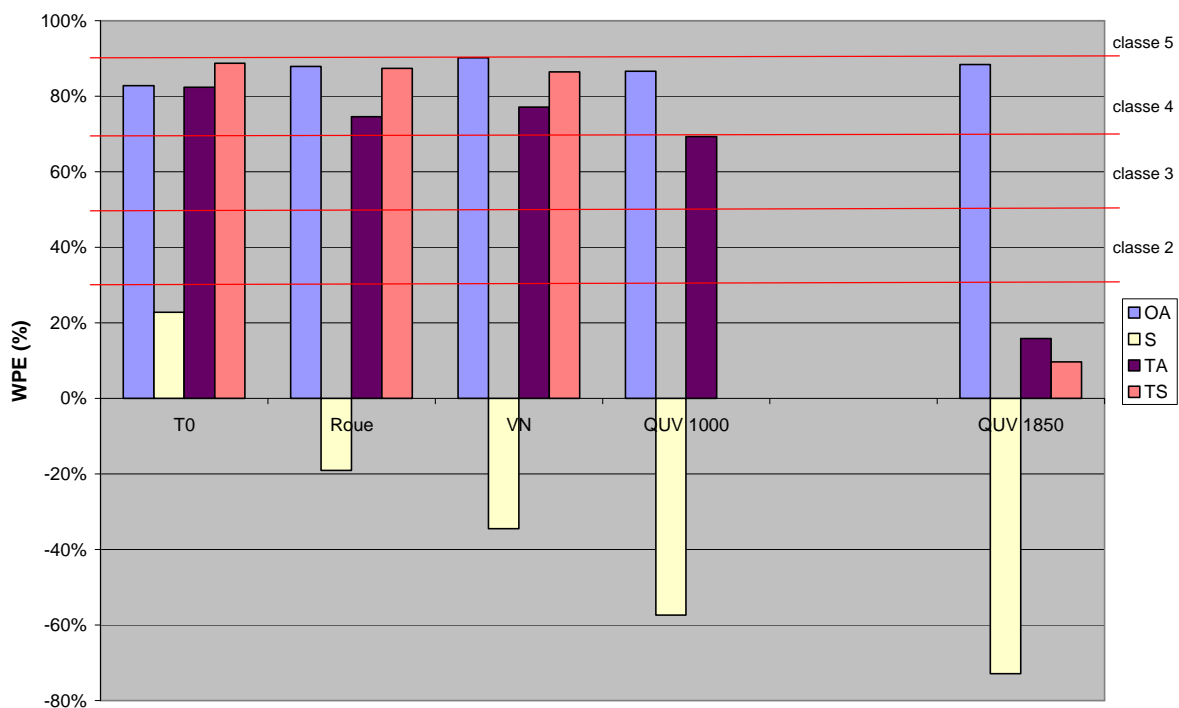


Figure 28 : Efficacité hydrofuge des revêtements appliqués sur chêne

Comparativement à l'épicéa, les produits OA et TA sont également en classe 3. Par contre le produit TS en classe 5 sur épicéa est en classe 4 pour le chêne. La grande différence porte sur le saturateur qui passe de la classe 3 sur épicéa à la classe 1 sur chêne. Il serait intéressant d'étudier le saturateur appliqué en 3 couches afin de voir si une couche supplémentaire permet au produit d'atteindre la même classe de perméabilité pour les deux essences chêne et épicéa.

Le vieillissement naturel et à la roue n'affecte pas les classes de perméabilité (excepté pour le saturateur). Le vieillissement au QUV conserve sa classe pour la finition pigmentée OA mais dégrade fortement le classement pour TA, TS et le saturateur.

Les résultats d'efficacité hydrofuge des finitions appliquées sur sapelli sont regroupés dans la Figure 29.

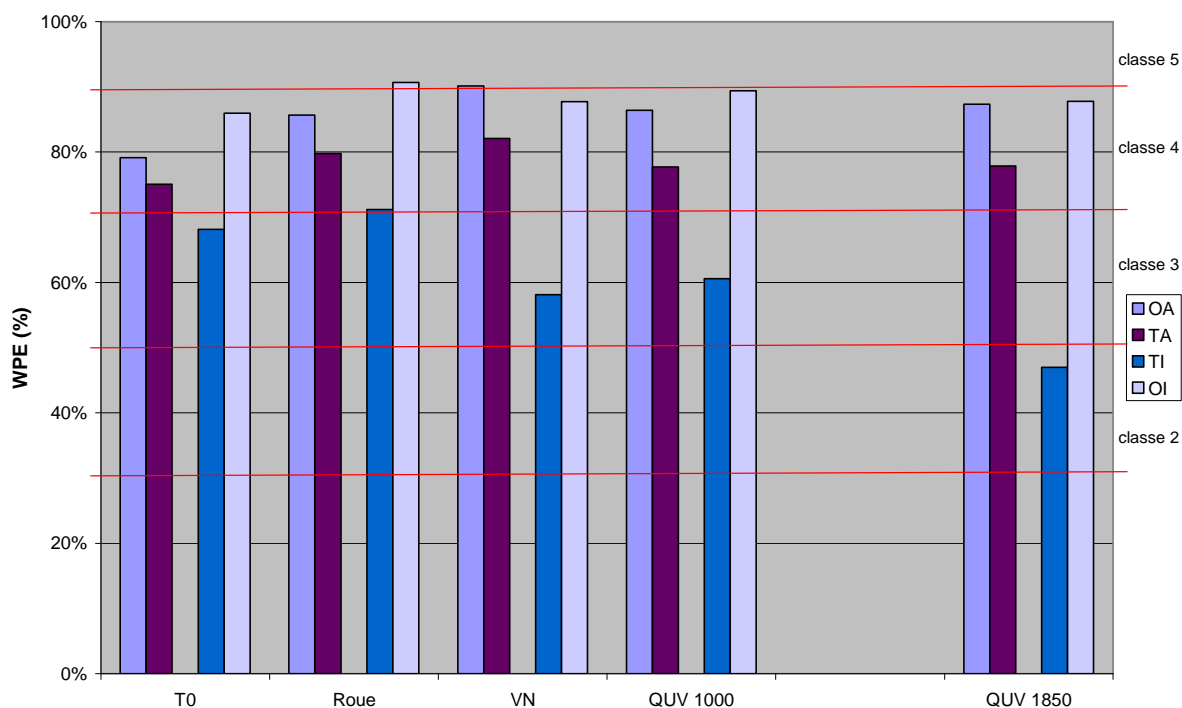


Figure 29 : Efficacité hydrofuge des revêtements appliqués sur sapelli

Comme pour l'épicéa et le chêne, les finitions OA et TA sur sapelli sont en classe 4.

La finition OI est également en classe 4. La finition TI se place en classe 3.

Hormis le saturateur, la finition TI est celle qui présente le plus de dégradation après un an de vieillissement naturel. C'est également la seule qui, pour une épaisseur usuelle, se place en classe 3.

Les vieillissements réalisés n'affectent pas le classement, hormis le QUV pour des temps longs d'exposition et pour la finition TI qui passe de la classe 3 à la classe 2.

## 4 Conclusions et perspectives

La perméabilité à l'eau liquide des finitions est aujourd'hui testée grâce à la méthode décrite dans la norme NF EN 927-5. Dans cet essai, la finition à tester est appliquée sur des échantillons bien calibrés d'épicéa. La face d'essai revêtue du produit à évaluer est immergée dans de l'eau durant 72 heures, toutes les autres faces étant protégées par un produit étanche. Par pesée, l'absorption d'eau moyenne en  $g/m^2$  de surface testée est alors connue. La norme NF EN 927-2 préconise des valeurs limites d'absorption d'eau.

Pour des emplois stables de type menuiserie, la perméabilité doit être inférieure à 175g/m<sup>2</sup>. La perméabilité est toujours testée sur des finitions fraîchement appliquées.

L'objectif de notre étude était d'approfondir les connaissances sur la perméabilité des finitions mesurées selon la norme NF EN 927-5 :2006 et de connaître l'influence d'un certain nombre de paramètres tels que l'essence, les caractéristiques d'application, l'effet du vieillissement.

Afin d'accroître les informations, pour chaque revêtement testé, l'échantillonnage a inclus des éprouvettes supplémentaires non revêtues provenant du même bois que les éprouvettes revêtues et testées par paire avec celles-ci, ce que ne propose pas la norme dans sa version de 2006. Cet échantillonnage supplémentaire a permis d'appréhender les effets du vieillissement sur les trois essences étudiées : épicéa (essence de référence dans la norme), chêne et sapelli.

Sur les bois non revêtus, les résultats montrent que l'absorption de l'épicéa est plus importante que celle des deux feuillus, résultat en lien avec la masse volumique de l'essence. Tous les vieillissements étudiés conduisent à une forte absorption d'eau des surfaces comparativement aux surfaces non vieilles.

De façon générale, les deux vieillissements artificiels générés par la roue et le QUV reproduisent les tendances observées après un an de vieillissement naturel. Cependant pour une durée de 1000 heures, la roue conduit à des absorptions inférieures à celles observées après un an de vieillissement naturel, ces dernières étant elles-mêmes inférieures à celles mesurées après 1000 heures de QUV. Il serait intéressant de prolonger les durées d'exposition en vieillissement naturel pour voir si des durées plus longues permettent d'atteindre le niveau d'absorption obtenu pour le QUV. De même une extension de la durée d'exposition à la roue apporterait des informations complémentaires.

Pour les bois revêtus, l'impact du vieillissement est différent selon qu'on a affaire à une finition transparente ou opaque. Le vieillissement améliore l'effet barrière à l'eau des finitions pigmentées, vraisemblablement du fait d'une augmentation de la concentration pigmentaire volumique de l'extrême surface du film. Pour un film transparent, le vieillissement conduit en général à une légère diminution de l'absorption d'eau de la surface suivie par une augmentation concomitante à l'apparition de craquelages. Sur chêne, les cinétiques sont plus rapides, et un plus fort grammage sur cette essence pourrait peut-être compenser les variations observées. Cela mériterait des investigations supplémentaires d'autant que l'étude montre que la perméabilité est plus corrélée au grammage de finition déposé qu'à l'épaisseur en résultant. D'ailleurs, à même grammage, l'épaisseur obtenue peut être

différente selon l'essence, et l'épicéa conduit en général à des épaisseurs plus importantes, en particulier du fait de son anatomie. L'étude montre également que l'application d'une même épaisseur de finition en plusieurs couches conduit à de meilleurs résultats qu'une application en une seule couche. Des expérimentations complémentaires sur un plus large panel de finition seraient à mener pour confirmer ces résultats. Il serait également intéressant de mesurer les épaisseurs de finition après les vieillissements pour compléter les analyses.

Une même finition en phase aqueuse, appliquée à des grammages équivalents sur les trois essences, conduit à une absorption d'eau légèrement plus importante sur sapelli. Ce résultat est difficilement explicable d'autant que le sapelli nu est l'essence qui reprend le moins d'eau. Des expérimentations supplémentaires sur un plus grand nombre de finitions seraient à mener pour confirmer cette tendance. Une éventuelle migration d'extraits a été évoquée pour tenter d'expliquer ce phénomène. Cependant, cette plus grande absorption initiale ne semble pas préjudiciable lorsque la finition se situe à des perméabilités inférieures à celles recommandées par la norme NF EN 927-2.

A partir des mesures d'absorption d'eau du bois revêtu et du même bois non revêtu, les efficacités hydrofuges ont été calculées. Cette grandeur offre l'avantage de travailler en classe de perméabilité plutôt que sur une limite d'absorption d'eau surfacique telle que spécifiée dans la norme NF EN 927-2 et mesurée sur épicéa, cette essence étant plus favorable à la finition que le chêne par exemple.

L'étude montre que de meilleures performances des finitions sont obtenues pour les classes de perméabilité 4 et 5. Aussi, pour des menuiseries finies, préconiser des finitions se situant au minimum en classe de perméabilité 3 ne semble aujourd'hui pas assez exigeant, même si cette préconisation est complétée par des exigences de performances de finition à l'issue d'un an de vieillissement naturel. On peut penser que des produits en classe de perméabilité 3 (et inférieures) conduiront forcément à de mauvaises performances en vieillissement naturel.

Ces résultats alimenteront la normalisation du secteur peintures et vernis, mais aussi menuiserie.

Enfin, une évolution des fiches techniques des produits de finition serait souhaitable pour recommander non pas une épaisseur humide de finition à déposer sur le bois mais un grammage.

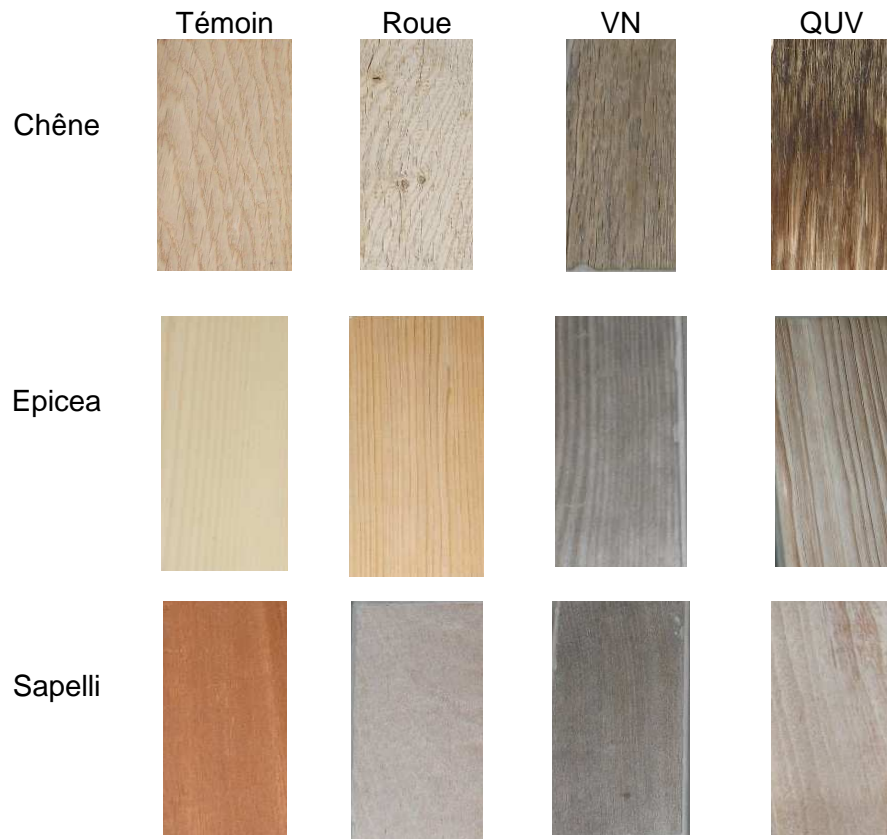
Ces travaux mériteraient d'être complétés par une étude de la perméabilité à la vapeur d'eau des finitions afin de mieux comprendre les échanges d'humidité entre le bois fini et son environnement.

## **5 Remerciements**

Nous remercions vivement le CODIFAB (Comité professionnel de développement des industries françaises de l'ameublement et du bois) pour le financement de cette étude, ainsi que les sociétés Zolpan et Pasquet pour la fourniture d'une partie de l'échantillonnage. Merci à Jean-Denis Lanvin pour les analyses Minitab.

## 6 Annexe photos

### Bois brut

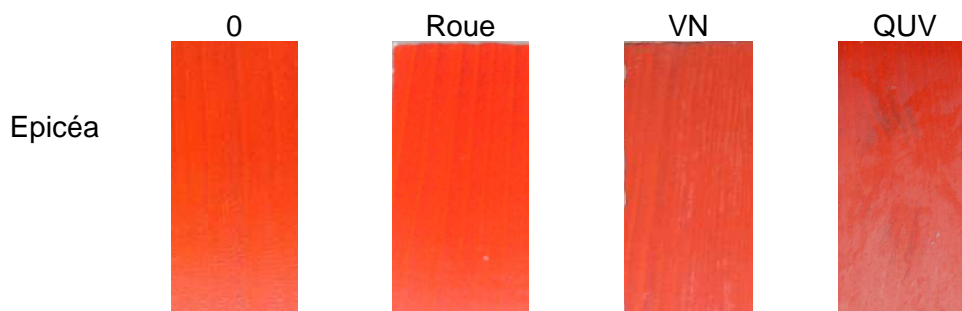


### Saturateur S

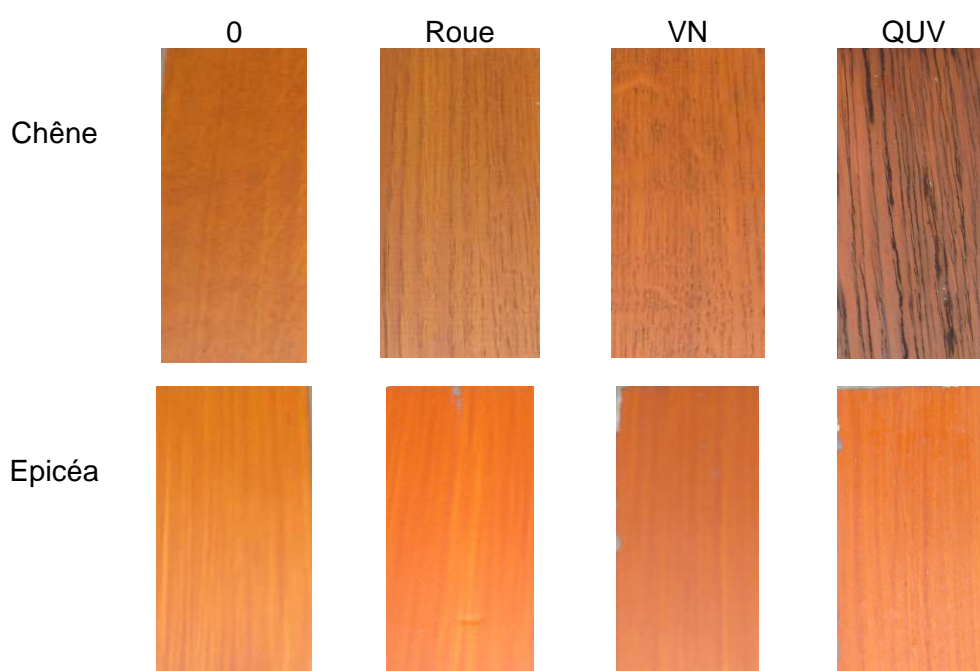
















**PCI**



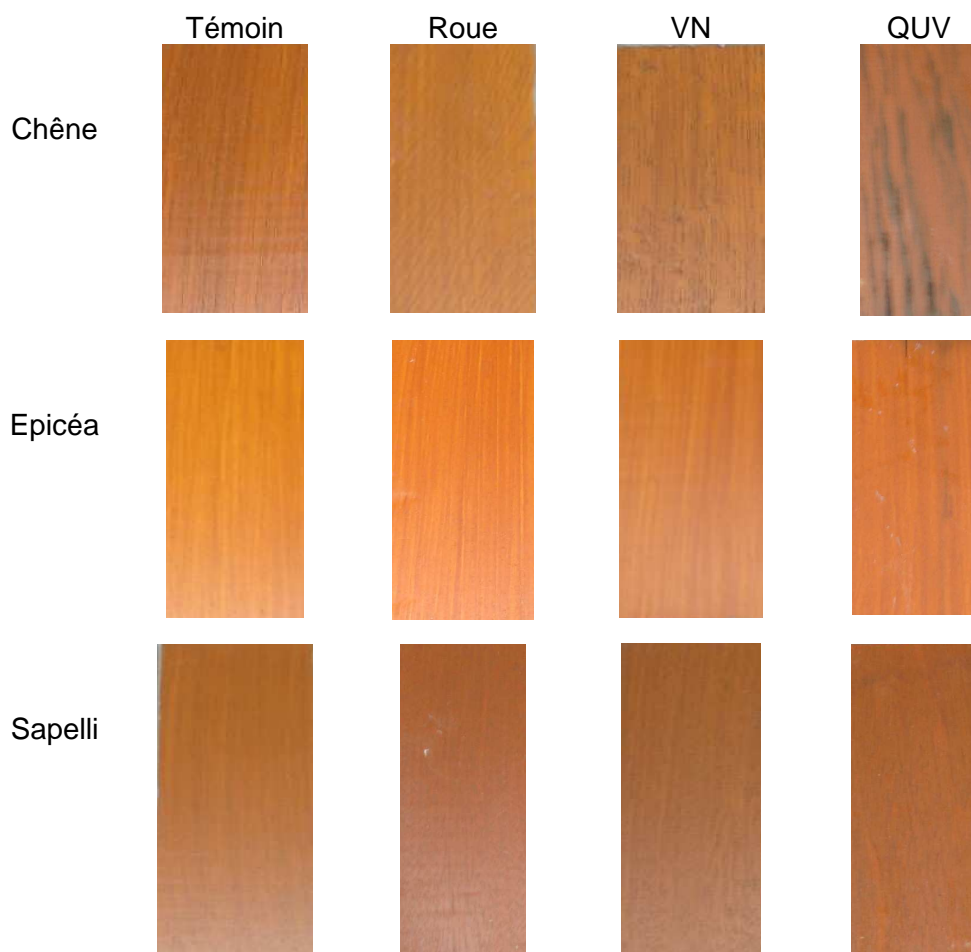
**Transparent solvant TS**



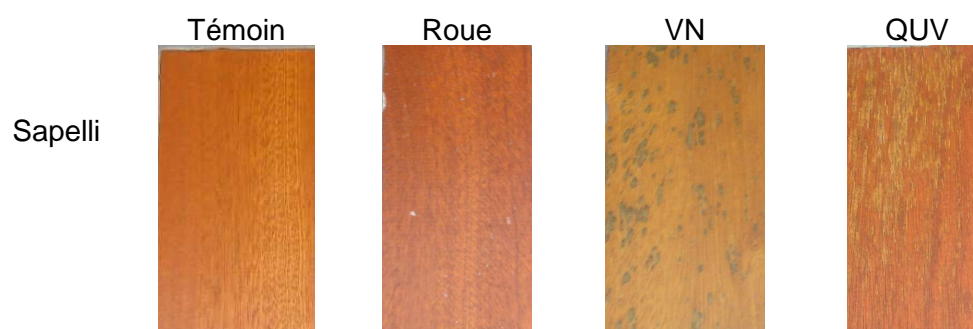
**Opaque aqueux OA**

	Témoin	Roue	VN	QUV
Chêne				
Epicéa				
Sapelli				

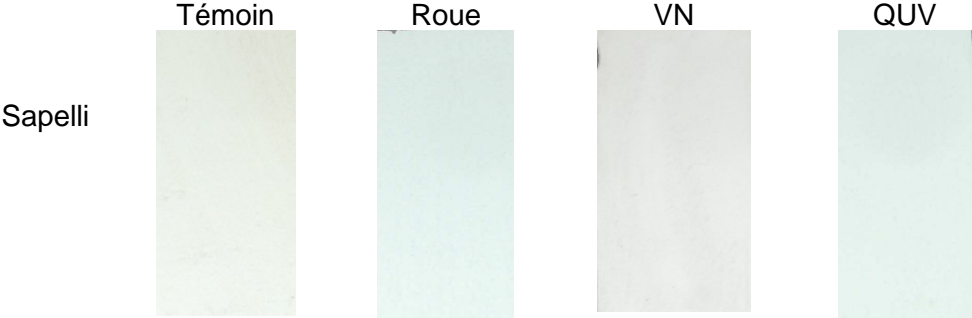
### Transparent aqueux TA



### Transparent industriel TI



**Opaque industriel OI**



## 7 Références

---

- <sup>1</sup> NF EN 927-5: 2006. Peintures et vernis – Produits de peintures et systèmes de peintures pour le bois en extérieur – Partie 5: Détermination de la perméabilité à l'eau liquide.
- <sup>2</sup> Ahola P, Derbyshire H, Hora G, de Meijer M., 1999. Water protection of wooden window joinery painted with low organic solvent content paints with known composition. Part 1. Results of interlaboratory tests. Holz Roh- Werkst 57(1):45–50
- <sup>3</sup> Ekstedt J., 2003. Influence of coating system composition on moisture dynamic performance of coated wood. J. Coat Technol, 75(938):27–37
- <sup>4</sup> NF EN 927-2:2006. Peintures et vernis – Produits de peintures et systèmes de peintures pour le bois en extérieur – Partie 2: spécifications de performance.
- <sup>5</sup> NF EN 927-3: 2006. Peintures et vernis – Produits de peintures et systèmes de peintures pour le bois en extérieur – Partie 3: essai de vieillissement naturel
- <sup>6</sup> NF EN 927-6: 2006. Peintures et vernis – Produits de peintures et systèmes de peintures pour le bois en extérieur – Partie 6 vieillissement artificiel des revêtements pour bois par exposition à des lampes UV fluorescentes et à de l'eau
- <sup>7</sup> Khazaei, J., 2008. Water absorption characteristics of three wood varieties. Cercetări Agronomice în Moldova, Vol. XLI , No. 2 (134)
- <sup>8</sup> Campagne de qualification du chêne en France. Rapport final, mars 2007, CTBA.
- <sup>9</sup> De Lafond C., El Ouadrani A., Rouger F., Lanvin J.-D., Lieng S., Cholat R. Etude des caractéristiques mécaniques du Sapin et de l'Epicéa France entière (9 régions) Juin 1994 CTBA
- <sup>10</sup> Kalnins M.A., Knaebe M.T., 1992. Wettability of weathered wood. J. Adhesion Sci. technol. Vol 6, N°12, 1325-1330.
- <sup>11</sup> Kalnins M.A., Feist W.C., 1993. Increase in wettability of wood with weathering. Forest Products Journal, vol43, N°2, 55-57.
- <sup>12</sup> Keller R. La constitution du bois. Le bois matériau d'ingénierie. ARBOLOR , 1994.
- <sup>13</sup> Fengel D., Wegener G. Wood : chemistry, ultrastucture, reactions. Walter de Gruyter, 1984.
- <sup>14</sup> Richter, H.G., and Dallwitz, M.J. 2000 onwards. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Version: 25th June 2009.
- <sup>15</sup> Schmid E.V. Durabilité des peintures extérieures – Incidences des facteurs climatiques et écologiques sur la tenue des peintures, Galvano organo, 477p, 1998