



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

avec le soutien du

**CODIFAB**

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

# **Panneaux à base de bois et papier pour un usage ameublement**

**Acronyme : Panneaux & papier**

Etude réalisée par FCBA Institut technologique

Responsables du projet : Marie-Lise Roux , Emilie Bossanne et Jean-Marie-Gaillard

**Rapport final**

Décembre 2016

## Remerciements :

Aux membres du Groupe de travail qui ont contribué au suivi de cette étude :

- Jehan-Eric ANCIAN : Société PARISOT
- François BARRAULT – LAFA
- Pascal BERT : FOURNIER
- Pierre-Emmanuel BERTHAULT : GAUTIER
- Frédéric DAGORN : HAWORTH
- Thierry DELORME : FCBA, Finition Pôle Ameublement
- Bertrand DEMARNE : Industries :Françaises de l'Ameublement
- Jean-Charles DE WEVER : MAJENCIA
- David DUVIEL : SAUTHON INDUSTRIES
- Sophie FLOHIC : HAWORTH
- Sandrine GRELLIER : POLYREY
- Christian GUERRIER : MUNJSKO
- Floriane GUICHARD : SWISS KRONO
- Franck HAUQUIN : Groupe SCHMIDT
- Christophe HELEU : EGGER
- Olivier HUGON NICOLAS : Union des Industries Panneaux de Process
- Michael LECOURT : FCBA Pôle Intechfibres.
- Guillaume LEGRAND : FCBA Pôle IBC Laboratoire de mécanique
- Catherine LOCATELLI : CFP – groupe PARISOT
- Jean-Pierre PIEROG : MAJENCIA
- Marie-Lise ROUX : FCBA Pôle Ameublement
- Jean-Paul SCHNELL : STEELCASE
- Christophe YRIEIX : FCBA, Pôle IBC Laboratoire de Chimie

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

## Table des matières

|                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Résumé .....</b>                                                                    | <b>7</b>  |
| <b>2. Contexte et Objectifs .....</b>                                                     | <b>8</b>  |
| <b>3. Plan expérimental .....</b>                                                         | <b>13</b> |
| 3.1 Le volet Panneau de Particules Surfacsés Mélaminés (PPSM).....                        | 13        |
| 3.1.1 L'échantillonnage .....                                                             | 13        |
| 3.1.2 Les principaux paramètres étudiés .....                                             | 13        |
| 3.2 Le volet Stratifiés.....                                                              | 14        |
| 3.2.1 Les stratifiés seuls .....                                                          | 14        |
| 3.2.2 Les stratifiés collés sur panneaux de particules.....                               | 15        |
| <b>4. Résultats .....</b>                                                                 | <b>16</b> |
| <b>4.1. Caractéristiques des papiers de surface : .....</b>                               | <b>16</b> |
| <b>4.2. Analyse des profils des densités. ....</b>                                        | <b>20</b> |
| 4.2.1. Méthode de mesure des profils de densité .....                                     | 20        |
| 4.2.2. Résultats.....                                                                     | 21        |
| <b>4.3. Les propriétés mécaniques : résistance à la flexion.....</b>                      | <b>23</b> |
| 4.3.1. Méthode d'essais : .....                                                           | 23        |
| 4.3.2. Résultat des essais de flexion: .....                                              | 24        |
| <b>4.4. Teneur en formaldéhyde des panneaux bruts.....</b>                                | <b>28</b> |
| <b>4.5. Les essais d'aptitude à l'usage ameublement.....</b>                              | <b>29</b> |
| 4.5.1. Méthodes d'essais : .....                                                          | 29        |
| 4.5.2. Résultats stratifiés seuls .....                                                   | 31        |
| 4.5.3. Résultats des stratifiés collés sur panneaux de particules .....                   | 33        |
| 4.5.4. Résultats des PPSM.....                                                            | 34        |
| <b>4.6. Les émissions de formaldéhyde selon la série de normes ISO 16000.....</b>         | <b>35</b> |
| 4.6.1. Principe.....                                                                      | 35        |
| 4.6.2. Déroulement de l'essai .....                                                       | 36        |
| 4.6.3. Résultats.....                                                                     | 38        |
| <b>5. Discussion sur les résultats .....</b>                                              | <b>38</b> |
| 5.1. Papier et profil de densité.....                                                     | 38        |
| 5.2. Performances mécaniques des panneaux (bruts et revêtus).....                         | 39        |
| 5.3. Essais d'aptitude à l'usage ameublement .....                                        | 39        |
| 5.4. Emissions de formaldéhyde .....                                                      | 40        |
| 5.4.1. Essais de répétabilité.....                                                        | 40        |
| 5.4.2. Essais sur les PPSM .....                                                          | 41        |
| 5.4.3. Essais sur les revêtements stratifiés.....                                         | 44        |
| 5.4.4. Essais sur les panneaux HPL contrecollés sur support (panneaux de particules)..... | 46        |
| <b>6. Conclusion.....</b>                                                                 | <b>49</b> |
| 6.1. Synthèse .....                                                                       | 49        |
| 6.2. Perspectives .....                                                                   | 49        |
| <b>7. Annexes .....</b>                                                                   | <b>50</b> |

## Liste des figures

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : évolution du PPSM blanc à l'essai de tenue lumière (photo FCBA) .....                                                       | 9  |
| Figure 2 : Fissuration du revêtement à base de papier (photo FCBA) .....                                                               | 9  |
| Figure 3 : constitution d'un stratifié HPL mince (photo brochure Egger) .....                                                          | 11 |
| Figure 4 ; introduction du complexe panneau dans presse à mélaminer .....                                                              | 13 |
| Figure 5 : Exemples de papiers considérés dans le projet.....                                                                          | 16 |
| Figure 6 : Composition des papiers distingués par qualités et par fournisseurs.....                                                    | 17 |
| Figure 7 : Nature des charges rapportées à 1m <sup>2</sup> de papier pour les fournisseurs F1 et F2 selon les qualités de papiers..... | 18 |
| Figure 8 : Niveaux de blancheur des papiers bruts et mélaminés, avec source UV, recto, distingués par qualités et fournisseurs.....    | 18 |
| Figure 9 : Niveaux de blancheur des papiers bruts et mélaminés, avec source UV, verso, distingués par qualités et fournisseurs.....    | 18 |
| Figure 10 : Résistance à la traction des papiers bruts dans le sens marche, distingués par qualités et fournisseurs.....               | 19 |
| Figure 11 : Résistance à la traction des papiers bruts dans le sens travers, distingués par qualités et fournisseurs.....              | 19 |
| Figure 12 : Perméabilités à l'air des papiers imprégné côté face supérieure, distingués par qualités et fournisseurs.....              | 19 |
| Figure 13 : Perméabilités à l'air des papiers imprégné côté face inférieure, distingués par qualités et fournisseurs.....              | 19 |
| Figure 14 : Longueur arithmétique des fibres contenues dans les papiers bruts distinguée par qualité et fournisseurs .....             | 20 |
| Figure 15 : Profil de densité d'un panneau de 25mm brut ou revêtu par deux qualités de papier, à fort ou faible grammage.....          | 21 |
| Figure 16 : Profil de densité d'un panneau de 19mm brut ou revêtu par deux qualités de papier, à fort ou faible grammage.....          | 21 |
| Figure 17 : Profil de densité de panneaux de 19mm revêtus d'un même papier, pressés durant deux temps différents .....                 | 22 |
| Figure 18 : Influence des paramètres sur le Module d'élasticité des PPSM de 19 mm .....                                                | 24 |
| Figure 19: Influence des paramètres sur la contrainte à la rupture des PPSM de 19 mm .....                                             | 25 |
| Figure 20 : Influence des paramètres sur le Module d'élasticité des PPSM de 25 mm .....                                                | 25 |
| Figure 21 : Influence des paramètres sur le Module d'élasticité des panneaux de 25 mm.....                                             | 26 |
| Figure 22 : ratio du Module de rupture en Flexion PPSM / PX bruts de 19mm. ....                                                        | 26 |
| Figure 23 : ratio du Module d'élasticité en Flexion PPSM / PX bruts de 19mm.....                                                       | 27 |
| Figure 24 Point initial d'usure / Image FCBA .....                                                                                     | 32 |
| Figure 25 : Exemple d'échantillon à réception, après découpe et colmatage, et conditionnement en chambre d'essai d'émission.....       | 36 |
| Figure 26 : Influence du procédé de fabrication sur les facteurs d'émission en formaldéhyde .....                                      | 40 |
| Figure 27 : Influence du temps de pressage sur l'émission de formaldéhyde par les PPSM.....                                            | 41 |
| Figure 28 : Influence du type de papier sur l'émission de formaldéhyde des PPSM .....                                                  | 42 |

---

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 29 : Influence de l'épaisseur du support brut sur l'émission de formaldéhyde des PPSM .....                   | 43 |
| Figure 30 : Influence du grammage du papier sur l'émission de formaldéhyde des PPSM ...                              | 43 |
| Figure 31 : Influence du procédé de fabrication sur l'émission de formaldéhyde de revêtements stratifiés .....       | 44 |
| Figure 32 : Influence du type de décor sur l'émission de formaldéhyde de revêtements stratifiés .....                | 45 |
| Figure 33 : Influence du postformage sur l'émission de formaldéhyde de revêtements stratifiés .....                  | 46 |
| Figure 34 : Influence de l'épaisseur du support brut sur l'émission de formaldéhyde de panneaux stratifiés .....     | 46 |
| Figure 35 : Influence du procédé de fabrication sur l'émission de formaldéhyde de panneaux stratifiés .....          | 47 |
| Figure 36 : Influence du procédé de collage du stratifié sur l'émission de formaldéhyde de panneaux stratifiés ..... | 48 |
| Figure 37 : Effet barrière du stratifié sur l'émission de formaldéhyde de panneaux stratifiés                        | 48 |

## Liste des tableaux

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : grammage papier et conditions de pressage .....                                                                                                    | 14 |
| Tableau 2 : Ratio Valeurs PPSM / Panneaux Bruts .....                                                                                                          | 27 |
| Tableau 3 ; Formaldéhyde mesuré selon EN 120 et EN 717-2 .....                                                                                                 | 28 |
| Tableau 4 ; degré de cotation de l'essai de porosité .....                                                                                                     | 29 |
| Tableau 5 : degré de cotation de l'essai de résistance à la chaleur sèche.....                                                                                 | 30 |
| Tableau 6 : Valeur Points initiaux .....                                                                                                                       | 32 |
| Tableau 7 : Résistance aux chocs des panneaux revêtus d'un stratifié HPL .....                                                                                 | 33 |
| Tableau 8 : valeurs de porosité, de stabilité et de résistance à, la chaleur sèche de PPSM .                                                                   | 34 |
| Tableau 9 : Paramètres d'essai en chambre d'émission.....                                                                                                      | 36 |
| Tableau 10 : Facteurs de réduction de l'émission de formaldéhyde en fonction du type de PPSM et de support (d'après l'étude « Effet barrière CHOH 2 », ) ..... | 44 |
| Tableau 11 : Résultats d'essais détaillés selon EN 310.....                                                                                                    | 50 |
| Tableau 12 : Résultats d'essais détaillés émission PPSM .....                                                                                                  | 51 |
| Tableau 13 : Résultats d'essais détaillés émission sur stratifié seul et panneau stratifié .....                                                               | 52 |

## 1. Résumé

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'effet barrière de revêtements stratifié et mélaminé sur panneau de particules à destination des produits d'ameublement.

Plusieurs paramètres ont été étudiés afin de mesurer leur impact sur :

- les émissions de formaldéhyde des complexes panneaux et revêtement
- les propriétés mécaniques en flexion
- les performances à usage ameublement

Cette étude a été menée sous la responsabilité d'un comité de pilotage composé de fabricants de mobilier, de panneaux, de papier, et des syndicats UNIFA et UIPP.

Avec ce comité, un plan d'échantillonnage rigoureux et validé a été réalisé qui inclut une traçabilité des panneaux et des revêtements tout au long des essais réalisés.

Les essais réalisés concernent :

- les caractéristiques des revêtements papiers
- les caractéristiques mécaniques des panneaux supports
- les performances à l'usage des panneaux revêtus
- les émissions de formaldéhyde des panneaux et stratifiés seuls, ainsi que des panneaux revêtus.

Les principales conclusions de cette étude sont :

- Plusieurs paramètres ne semblent pas influencer les résultats d'émissions de formaldéhyde :
  - L'épaisseur du panneau
  - Le grammage du papier stratifié ou mélaminé
  - Le type de décor (uni ou décor bois)
- La présence d'un revêtement papier type mélaminé ou stratifié conduit à un effet barrière conséquent des émissions de formaldéhyde, puisque **85 à 95%** de réduction des émissions sont obtenues.
- Les propriétés mécaniques en flexion des panneaux PPSM sont améliorées d'environ 15% en module d'élasticité et d'environ 5 à 9% en module de rupture par rapport aux panneaux bruts.
- L'ensemble des travaux et des essais réalisés a montré, que pour un usage en ameublement, il est possible d'obtenir des produits stratifiés, stratifiés collés et PPSM présentant des caractéristiques satisfaisantes en matière de :
  - Emissions de formaldéhyde pour atteindre un classement A+ (en scénario mur)

Résistance à l'abrasion, tenue lumière et résistance au choc à l'impact bille.

Les conclusions sont valables par rapport à l'échantillon testé. L'étude pourrait être complétée avec d'autres types de revêtements utilisés en ameublement.

## 2. Contexte et Objectifs

Cette étude fait suite à plusieurs projets déjà menés conjointement par les professions des panneaux à base de bois et de l'ameublement. Les résultats des premières études ont été d'une part publiés dans des articles FCBA INFO ([http://www.fcba.fr/sites/default/files/fcbainfo\\_2015\\_6\\_les\\_panneaux\\_bois\\_marie-lise\\_roux.pdf](http://www.fcba.fr/sites/default/files/fcbainfo_2015_6_les_panneaux_bois_marie-lise_roux.pdf)) et d'autre part présentés lors d'une journée technique organisée par avec le concours de l'UNIFA et de l'UIPP le 2 décembre 2014 à FCBA (voir synthèse de cette journée dans article FCBA INFO de Février 2015)

Si les premières études avaient pour objectif principal d'établir un Cahier des Charges de panneau de particules surfacés mélaminés pour un usage mobilier, document technique partagé par les 2 professions, l'influence du ou des papiers n'avait pas été abordé.

En parallèle afin de répondre à la réglementation de l'étiquetage des polluants volatils des produits de construction et de décoration, réglementation qui va s'étendre à l'ameublement à l'horizon 2018 – 2020, les fabricants de panneaux avaient initié des études sur les émissions de formaldéhyde des panneaux à base bois revêtus (surfacés mélaminés et stratifiés en particulier). Une première étude s'était limitée à des cas difficilement comparables, empêchant de démontrer les facteurs influençant la cinétique de diffusion du formaldéhyde à travers des feuilles de papier mélaminées. De nouveaux essais étaient nécessaires pour essayer si possible de définir et hiérarchiser les niveaux de variation possibles entre les différents facteurs d'influence liés aux revêtements à base de papier.

**L'objectif de ce projet est donc d'étudier l'influence du ou des « papiers » sur des panneaux à base de bois, uniquement des panneaux de particules toujours pour un usage ameublement.** Les revêtements à base de papier potentiellement concernés sont : le finish foil, le mélaminé et le stratifié (standard ou postformable).

Comme pour les précédentes études, un groupe de travail a été constitué avec non seulement des sensibilités panneaux et mobiliers mais également des compétences papiers et stratifiés qui a suivi les travaux entre juin 2015 et Novembre 2016.

**La composition du Groupe de travail est :**

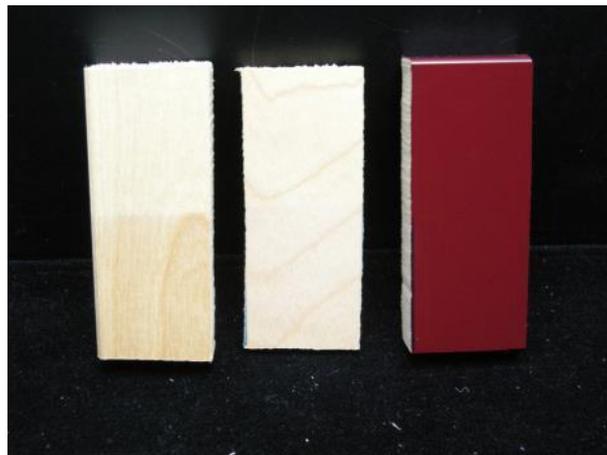
- a) Mobilier
  - Mobilier meublant : GAUTIER et PARISOT
  - Cuisines, Bains : FOURNIER, Groupe SCHMIDT
  - Petite Enfance : SAUTHON Industries
  - Mobilier de Bureau : HAWORTH, MAJENCIA, STEELCASE et GAUTIER
  - Mobilier de collectivité : LAFA
- b) Panneaux de particules : CFP (Groupe PARISOT), EGGER, SWISS KRONO.
- c) Papier : MUNSKJO
- d) Stratifié : POLYREY
- e) Syndicats professionnels : UNIFA, UIPP
- f) FCBA : Pôle Ameublement, Pôle Industries Bois Construction et les laboratoires de mécanique et de chimie, Intechfibres).

Le rôle du Groupe de Travail est de :

- Partager les objectifs
- Définir un programme, y participer de façon constructive et pour certains membres de fournir ou fabriquer les échantillons du projet.

**Les remontées du secteur de l'ameublement et les principaux points partagés** entre les professions sont :

- La terminologie entre métiers : celui du papier et celui de l'ameublement.
- Aspect/esthétique et variation dans le temps : opacité des papiers, évolution de tenue à la Lumière des PPSM blancs depuis quelques mois



**Figure 1 : évolution du PPSM blanc à l'essai de tenue lumière (photo FCBA)**

- Quelle influence sur les reprises d'humidités du panneau
- Les constats de fissuration des papiers.



**Figure 2 : Fissuration du revêtement à base de papier (photo FCBA)**

- Les paramètres de procédés comme : température et pression qui peuvent entraîner une sous cuisson ou une sur cuisson en fonction des épaisseurs des papiers et les recettes d'imprégnation
- Les questions de charges électrostatiques et empoussièremement des PPSM qui peuvent aussi entraîner des rayures
- Les paramètres pouvant influencer les émissions de formaldéhyde des panneaux bois revêtus et en particulier la contribution en formaldéhyde des revêtements stratifiés seuls.

## Les trois grandes applications du papier pour l'usage ameublement

### 1. Le Finish foil

Ils sont souvent appelés à tort papiers décors par le secteur de l'ameublement. Il existe 2 grands types de finish foil :

- 1 - Ceux qui sont imprégnés dans la masse, les plus performants
- 2 - Ceux qui sont recouverts uniquement d'une couche en surface.

Parfois, des phénomènes d'électricité statique apparaissent entraînant des amas de poussières sur les éléments de meuble, ce qui n'est pas très vendeur.

### 2. Le papier mélaminé :

Le papier destiné à être imprégné est appelé papier décor dans la terminologie des fabricants de papier.

Le panneau de particules surfacé mélaminé (PPSM) est un panneau de particules revêtues de feuilles décoratives imprégnées de résine mélamine sur deux faces.

Le papier support doit être dans ce cas le plus imprégnable possible qu'il soit uni ou imprimé. L'encre d'impression est déposée sur un papier fermé en surface de façon mécanique. La fibre du papier est là pour donner les propriétés mécaniques, l'oxyde de titane l'opacité, la tenue à la lumière, plus la quantité de titane est importante plus la couverture sera meilleure. Il peut exister différentes qualités d'oxyde de titane qui peuvent conduire à des différences d'opacité. Avec la crise de 2008, il y a pu y avoir des évolutions comme : une baisse des grammages papier donc une diminution de la quantité de résine d'imprégnation et une diminution du temps sous presse lors de la réactivation de la résine d'imprégnation, ce qui a pu jouer sur les performances des revêtements.

Il reste que les fabricants de PPSM ont la possibilité de proposer différentes opacités pour un décor, le fabricant de meuble va devoir prendre en compte ce critère via des échantillons témoins même s'il est vrai que l'opacité et le prix sont souvent proportionnels.

### 3. Les stratifiés ou HPL :

En résumé, le HPL est constitué d'un overlay de protection sur les décors imprimés, d'une feuille décor imprégnée de résine mélamine et de couches de papier kraft imprégné de résine phénolique.

**Selon EN 438-3 (2015 ?) Stratifiés HPL – partie 3 : Classification et spécifications des stratifiés d'épaisseur inférieure à 2mm destinés à être collés sur des supports :** « le stratifié décoratif haute pression (HPL) est une plaque composée d'une (de) couche(s) de surfaces décoratives et de couches d'âme liée ensemble par un procédé haute pression » et une température  $\geq 120^{\circ}\text{C}$  et une pression  $\geq 5\text{MPa}$  sont des valeurs type pour le procédé haute pression » La couche de surface est un papier imprégné de résine thermodurcissable aminoplaste (résine à base de mélamine) et la couche d'âme est composée de papier imprégné de résines thermodurcissables (communément résines à base phénoliques) ».

Le Type S est la qualité standard et le type P est postformable c'est-à-dire formés à température élevée, famille majoritairement utilisée en ameublement.

L'overlay est un papier blanchi et transparent, qui dispose d'une forte capacité d'absorption de la résine. Il est utilisé pour améliorer la résistance à l'abrasion et pour protéger le motif imprimé sur les papiers décor.

L'underlay est une couche de papier placée entre les feuilles de kraft et la feuille décorative. Il est qualifié par certains de « papier barrière ». Il est utilisé pour éviter toute réaction chimique entre les résines ou pour obtenir des effets optiques, il améliore les résistances aux chocs.



Structure de stratifié MED (épaisseur nominale de 0,8 mm)

**Figure 3 : constitution d'un stratifié HPL mince (photo brochure Egger)**

Le stratifié peut être fabriqué selon deux types de procédés de fabrications : le procédé dit CPL et le procédé dit HPL.

Le stratifié CPL est fabriqué dans des presses à double bande fonctionnant en continu, avec une pression comprise entre 30 et 70 bars et des températures de 150 à 170 °C.

L'épaisseur nominale varie de 0,4 à 0,8 mm L'épaisseur la plus courante est le 0,6 mm

Le stratifié HPL est fabriqué dans des presses multi-étages fonctionnant en discontinu, avec une pression comprise entre 50 et 70 bars et des températures de 120 à 150 °C. Les presses à étages comportent 10 à 20 étages. En fonction de l'alimentation des presses et de la température maximale, le cycle de pressage complet dure de 20 à 60 minutes, refroidissement inclus.

L'épaisseur nominale varie de 0,4 à 3 mm L'épaisseur la plus courante est l'épaisseur de 0,8 mm L'épaisseur de 3 mm est réservée à des emplois spécifiques

**En résumé :**

Les 3 grandes applications du papier pour un usage mobilier sont :

- **Le finish foil** avec 2 typologies : les imprégnés dans la masse et les revêtus en surface : ils ne sont **pas retenus** pour cette étude.
- **Le papier mélaminé** collé sur des panneaux de particules (**PPSM**) **qui sont les plus utilisés et ce dans tous les secteurs de l'ameublement.**
- **Les stratifiés HPL** : standard ou postformable en sachant qu'à plus de 80%, l'ameublement utilise du stratifié postformable. Les HPL de type "compact" ne sont pas retenus non plus dans cette étude.

- **Effet barrière au formaldéhyde :**

Au cours des différents comités de pilotage différents commentaires ont été formulés

- o Le grammage papiers peut il avoir une influence ?
- o Le type de papier (décor ou uni)
- o pourquoi le stratifié peut être plus émissif qu'un PPSM ? :
- o Enfin quelle est l'influence du TIO<sub>2</sub> sur l'émission ou non de formaldéhyde ?

Ces questions sont gardées en mémoire lors de la définition du plan d'expérimentation : échantillonnage et expérimentations.

### 3. Plan expérimental

Deux fabricants de panneaux de particules ont fournis les panneaux bruts d'épaisseurs 19 mm et 25 mm. La teneur en formaldéhyde des panneaux est inférieure à 4 mg/100 g de panneau sec selon la méthodologie EN 120.

Ces panneaux bruts ont servis de support pour les papiers décors et pour les Stratifiés

#### 3.1 Le volet Panneau de Particules Surfacs Mèlaminés (PPSM)

##### 3.1.1 L'échantillonnage

Il a été retenu deux fabricants de papiers imprégnés et quatre presses à mélaminé. Un producteur de papiers imprégnés a donc fourni deux lignes de pressage (figure 4).

Chaque ligne de fabrication sera référencée dans l'étude par les dénominations suivantes : F1-F2-F3-F4



Figure 4 ; introduction du complexe panneau dans presse à mélaminer

##### 3.1.2 Les principaux paramètres étudiés

Les paramètres suivants ont été étudiés ;

- Grammage papier sec (non imprégné) : deux niveaux 70 gr/m<sup>2</sup> (faible) et 90-95 gr/m<sup>2</sup> (fort)
- Type de papier ; Uni ou décor
- Temps de pressage (polymérisation de la résine d'imprégnation du papier): temps standard (environ 20 s) et temps standard + 10s ; Grammage papier

- Répétabilité, cet opération n'a été réalisé que sur un grammage et un décor Uni ;
- Influence de la presse et du fournisseur

Le tableau 1 résume l'ensemble des modalités industrielles testées en épaisseur 19 mm:

|                                        | Temps sous presse | F1   | F2    | F 3  | F4 |
|----------------------------------------|-------------------|------|-------|------|----|
| Uni-70 gr/m <sup>2</sup><br>(faible)   | Std               | X+ R | X + R | X+ R | x  |
|                                        | Std+10s           | x    | x     | x    |    |
| Décor-70 gr/m <sup>2</sup><br>(faible) | Std               | x    | x     | x    | x  |
|                                        | Std+10s           | x    | x     | x    |    |
| Uni-90 gr/m <sup>2</sup><br>(fort)     | Std               | x    | X+ R  | x    |    |
|                                        | Std+10s           | x    | X     | x    |    |

Tableau 1 : grammage papier et conditions de pressage

Exemple de référencement

X référence : F2uni19fortstd. (Voir tableau de résultats)

R : répétition ; l'opération de surfaçage a été réalisée sur deux panneaux bruts du même lot de fabrication

## 3.2 Le volet Stratifiés

### 3.2.1 Les stratifiés seuls

L'échantillonnage

Il a été testé des stratifiés de différents fournisseurs (réf. S), des deux types de fabrication (HP ou CP) épaisseur (0,8) et coloris (U ou B). Ces produits ont été fournis soit directement par les fabricants ou pas des industriels de l'ameublement

Les principaux paramètres étudiés

Les paramètres suivants ont été étudiées ;

- Influence du fournisseur
- Standard ou post formable
- Epaisseur
- Influence décor ou uni

### 3.2.2 Les stratifiés collés sur panneaux de particules

#### L'échantillonnage

Le collage de stratifiés a été réalisé par un seul industriel sur les panneaux support cités précédemment en épaisseur 19 et 25 mm, l'adhésif utilisé pour le collage est une colle PVac de qualité D3

#### Les principaux paramètres étudiés

Les paramètres sont les suivants :

- Pressage à température versus pressage à température ambiante
- Deux épaisseurs de panneaux support ont été testées (19 & 25 mm)

## 4. Résultats

### 4.1. Caractéristiques des papiers de surface :

Les échantillons de papier bruts et papiers imprégnés de mélamine ont été fournis par 3 industriels.

Trois qualités sont considérées :

- uni à faible et fort grammage ;
- décor (ce qui correspond à un papier imprimé décor bois foncé)



Figure 5 : Exemples de papiers considérés dans le projet

Les mesures suivantes ont été réalisées sur papiers bruts et imprégnés :

- Grammage des papiers selon la norme, ISO 536
- couleur selon la norme 5631
- taux de cendres 425°C et 900°C selon la norme 1762

Pour les papiers bruts uniquement, des mesures complémentaires ont été réalisées :

- Morphologie des fibres après remise en suspension des papiers
- Perméabilité selon la norme 5636
- Résistance à la traction selon la norme 1924
- Dosage du TiO<sub>2</sub> dans les cendres par minéralisation moude à l'acide sulfurique suivi d'une analyse ICP-OES

### Composition des papiers

A partir des grammages des papiers bruts et des papiers imprégnés ainsi que des taux de cendres à 900°C, il est possible de calculer la composition des papiers, rapportée à une surface de 1m<sup>2</sup>.

Les résultats sont présentés Figure 6.

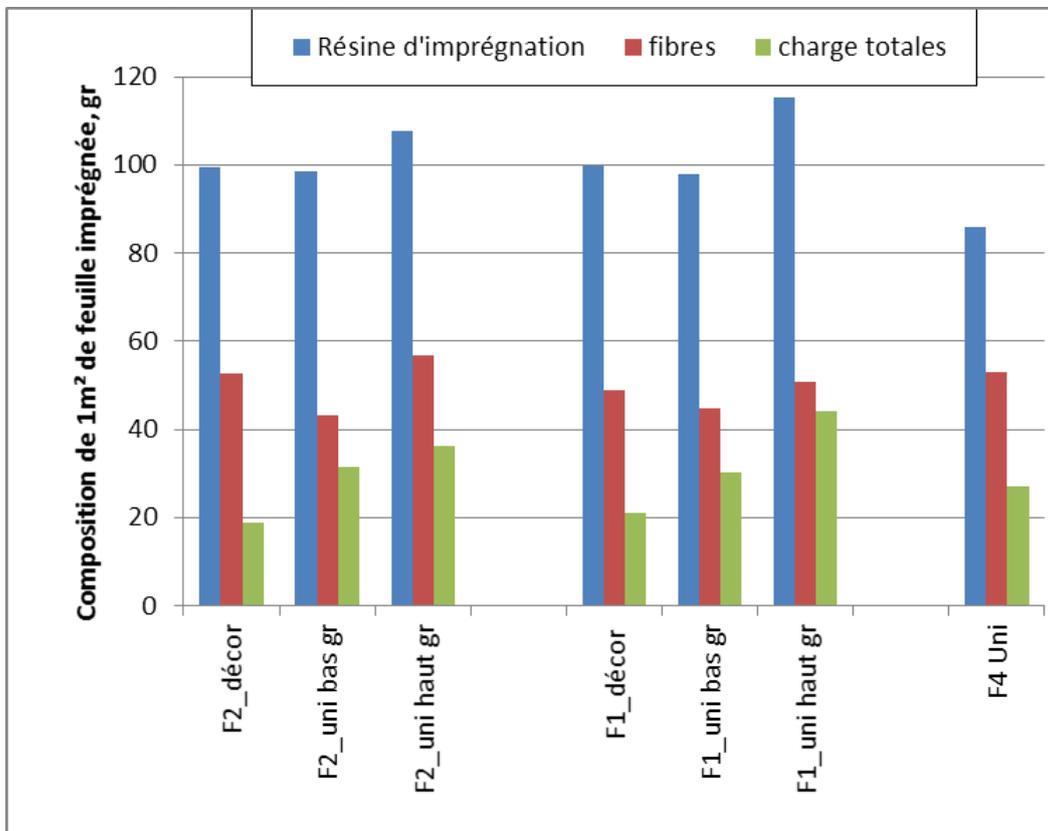


Figure 6 : Composition des papiers distingués par qualités et par fournisseurs

Des différences sont observées selon les modalités considérées.

Pour les fournisseurs F1 et F2, la quantité de résine augmente avec le grammage du papier. La masse augmentant, il est nécessaire de compenser par plus de résine d'imprégnation. Bien que les taux de charges soient différents entre papier uni et papier décor, la quantité de résine est équivalente pour les deux fournisseurs. Ce paramètre ne semble donc pas influencer le taux de résine.

Une forte différence est par contre observée avec le fournisseur 4. En effet, si les quantités de charge et de fibres sont proches, la masse de résine est plus faible, 85 gr/m<sup>2</sup> contre 100 pour F1 et F2.

Les papiers blancs contiennent plus de charges. En effet, afin d'atteindre des blancheurs élevées, une solution consiste à ajouter au papier des charges. La nature des charges peut être déduite des différences de taux obtenus entre les deux températures de calcination. Le dosage du TiO<sub>2</sub>, permet également de déterminer la part de cette charge dans le papier.

Ainsi, en prenant également en compte le dosage du TiO<sub>2</sub>, il est possible de qualifier les charges présentes, tel que présenté Figure 7.

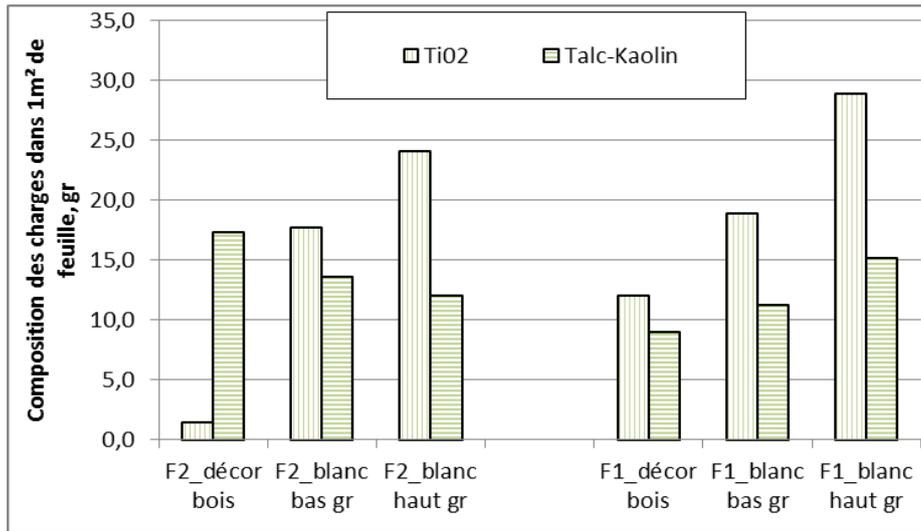


Figure 7 : Nature des charges rapportées à 1m² de papier pour les fournisseurs F1 et F2 selon les qualités de papiers

Le TiO2 est une charge qui apporte de hauts niveaux de blancheur mais d'un cout supérieur au talc-kaolin qui sont utilisés en compléments. Des différences sont observées entre les fournisseurs F1 et F2. Une présence de TiO2 en plus grande quantité est mesurée sur F1 dans le cas des blancs et du papier décor.

Couleurs des papiers

Les couleurs des papiers sont relevées avec et sans source UV afin de prendre en compte la présence éventuelle d'azurant optique, utilisés en papeterie pour augmenter l'impression de blancheur. Les résultats sont présentés Figure 8 et Figure 9.

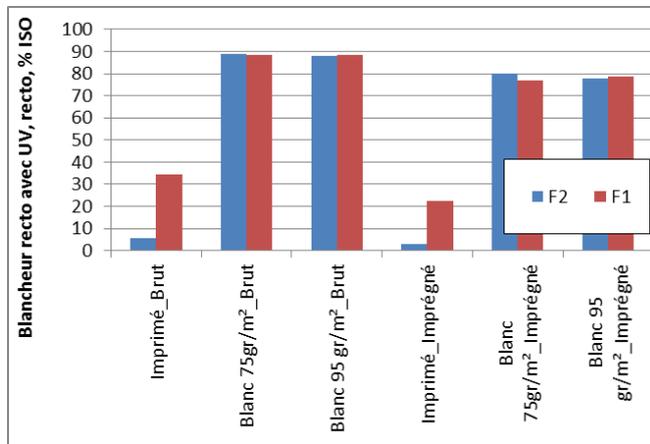


Figure 8 : Niveaux de blancheur des papiers bruts et mélaminés, avec source UV, recto, distingués par qualités et fournisseurs

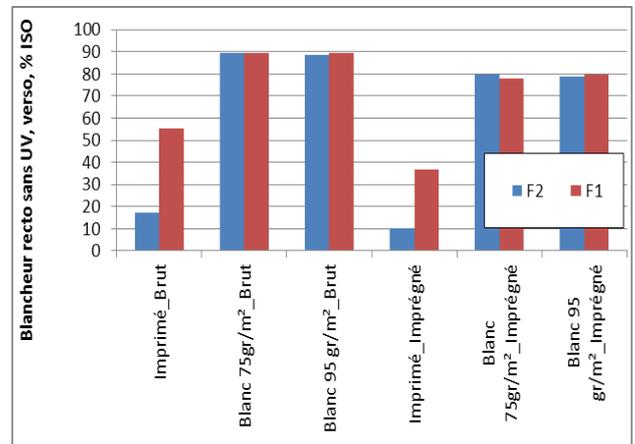


Figure 9 : Niveaux de blancheur des papiers bruts et mélaminés, avec source UV, verso, distingués par qualités et fournisseurs

Les valeurs identiques de blancheur avec et sans UV montrent l'absence d'azurants optiques (non présenté).

Les papiers blancs présentent de forts niveaux de blancheur, supérieurs à 85% ISO, une valeur élevée. Après imprégnation, pour tous les papiers, les valeurs sont inférieures. L'imprégnation entraîne une baisse de blancheur (-10% ISO) et justifie donc que les niveaux des papiers bruts soient les plus élevés possibles.

Pour les papiers blancs, l'absence de différence entre les faces, recto et verso, montre un traitement uniforme des papiers. Par contre, pour les imprimés, des différences sont observées avec une face imprimé en décor bois et une face unie.

### Performances mécaniques

Les résistances à la traction des papiers selon leur direction sont mesurées. En effet, les fibres sont orientées parallèlement au déplacement lors de fabrication du papier et présentent donc une direction préférentielle. Les performances diffèrent donc.

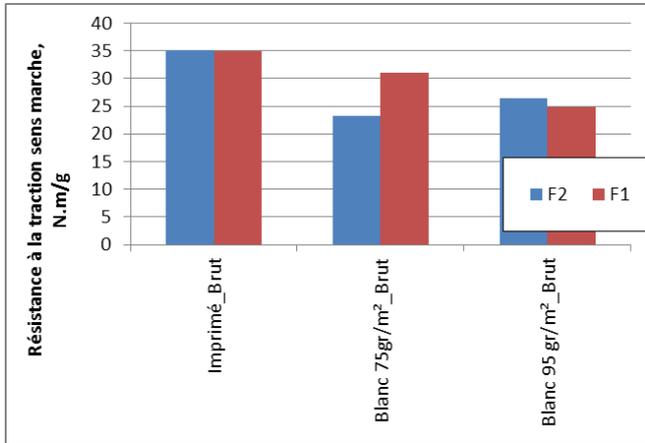


Figure 10 : Résistance à la traction des papiers bruts dans le sens marche, distingués par qualités et fournisseurs

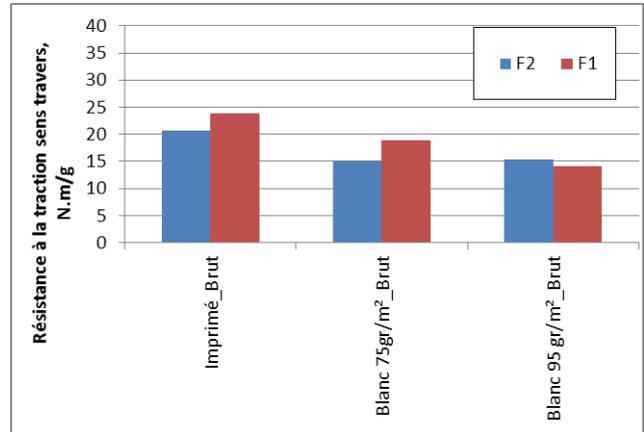


Figure 11 : Résistance à la traction des papiers bruts dans le sens travers, distingués par qualités et fournisseurs

Les valeurs sont supérieures dans le sens marche par rapport au sens travers. Les tendances sont conservées : les papiers imprimés sont plus performants que les papiers blancs. Pour pouvoir subir l'étape d'impression nécessaire, les papiers destinés à l'impression sont plus résistants à la traction. Les papiers blancs, bien que contenant plus de fibres, sont moins performants, équivalents aux deux grammages.

Il n'y a pas de différence significative entre les producteurs.

### Perméabilité

Les valeurs sont mesurées sur les deux faces des papiers.

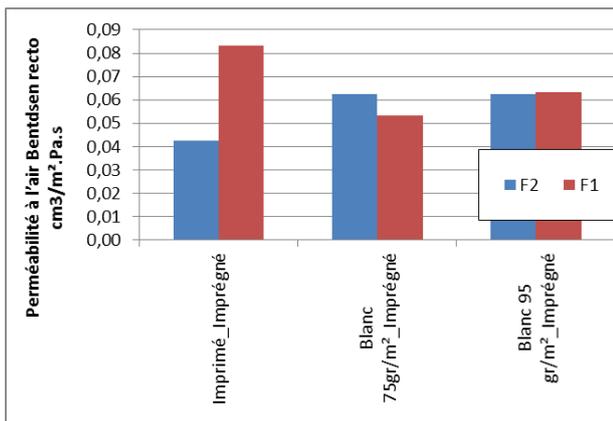


Figure 12 : Perméabilités à l'air des papiers imprégné côté face supérieure, distingués par qualités et fournisseurs

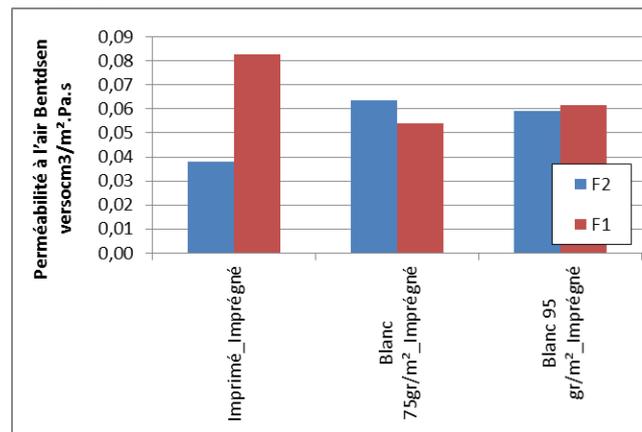


Figure 13 : Perméabilités à l'air des papiers imprégné côté face inférieure, distingués par qualités et fournisseurs

Peu de différences entre faces sont mesurées, les valeurs en recto sont les mêmes que sur le verso. Le grammage n'a pas d'incidence dans le cas des papiers blancs, dont les valeurs sont identiques pour les deux fournisseurs.

Par contre, des différences sur papier imprimé sont observées avec un F2 plus fermé que F1.

## Taille des fibres

Différentes dimensions sont mesurées. Seule la longueur est reportée.

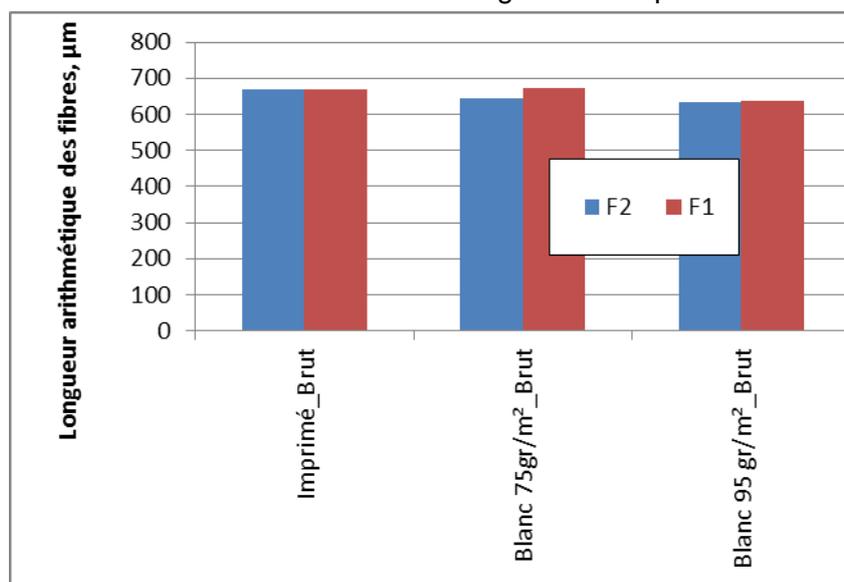


Figure 14 : Longueur arithmétique des fibres contenues dans les papiers bruts distinguée par qualité et fournisseurs

Les valeurs sont très proches : aucune différence sur les longueurs moyennes n'a pu être identifiée. De même, les autres valeurs de caractérisation sont identiques (largeurs, distributions...)

## 4.2. Analyse des profils des densités.

### 4.2.1. Méthode de mesure des profils de densité

Un appareil Grecon, modèle DAS-X5000 a été utilisé.

Les échantillons de 50x50mm<sup>2</sup> sont pesés, mesurés avant d'être introduits 3 par 3 dans un porte échantillon. Une précaution particulière est portée à la position de la face inférieure : elle est sur la gauche, donc la première analysée.

Les résultats sont disponibles sous format tableur avec une densité mesurée tous les 20µm, à une vitesse de déplacement du chariot automatique.

Les échantillons suivants ont été reçus et analysés : F1 Brut ; F2 brut ; F2 décor +10s ; F1 décor ; F1 uni fort + 10s ; F1 uni fort ; F2 uni fort ; F2 uni faible ; F2 brut 25mm.

### 4.2.2. Résultats

#### Effet du type de papier

Les résultats de variations de densités dans l'épaisseur obtenus sur les panneaux produits en faisant varier la nature des papiers sont présentés. Deux épaisseurs de panneaux ont été considérées, 19 (Figure 16) et 25mm (Figure 15).

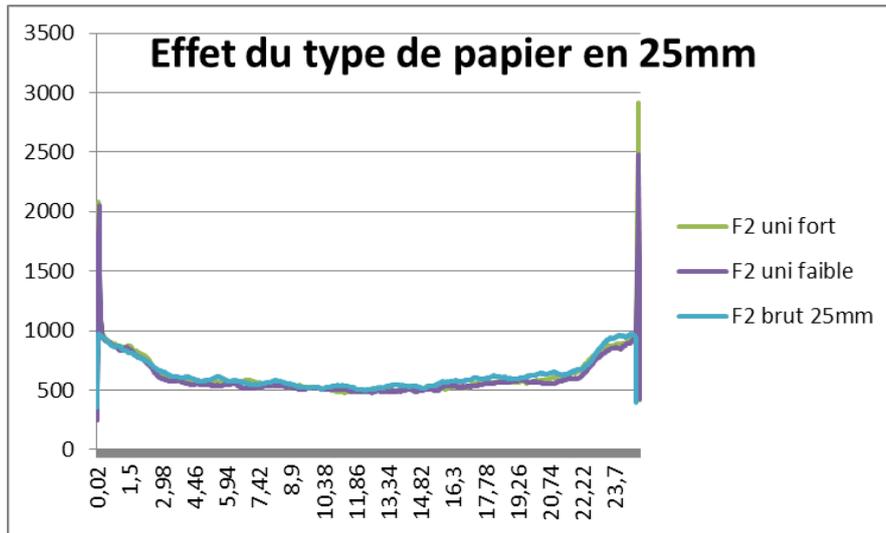


Figure 15 : Profil de densité d'un panneau de 25mm brut ou revêtu par deux qualités de papier, à fort ou faible grammage

L'application de papier mélaminé en surface des panneaux entraîne une densification locale. En effet, le panneau brut ne présente pas de pics de densité au-delà de 1000kg/m<sup>3</sup> au contraire des panneaux revêtus. Ainsi, la présence de papier, plus dense avec en plus la présence de charge minérale, modifie le profil de densité. Cette densification apparait d'autant plus importante que le papier présente un grammage élevé.

Ces observations sont confirmées pour le second fabricant et des panneaux plus minces.

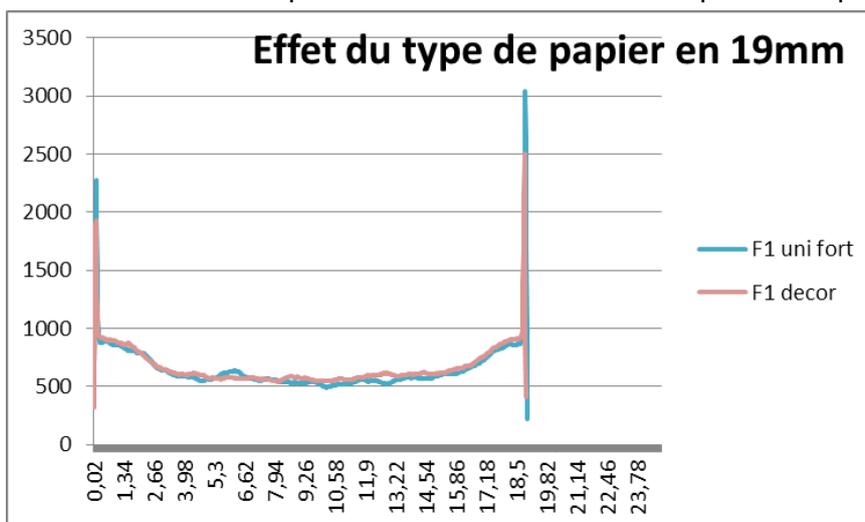


Figure 16 : Profil de densité d'un panneau de 19mm brut ou revêtu par deux qualités de papier, à fort ou faible grammage

Le papier décor, à plus faible grammage que le papier uni, présente des pics de densités à plus faibles niveaux.

Les différences de densité maximale entre les cotés gauche et droit sont imputables à la méthode de mesure et ne revêt pas une réalité physique. En effet, la vitesse de déplacement initiale trop grande ne permet pas de détecter les valeurs maximales de densité en surface des panneaux. Ainsi, les faces présentent des densités maximales similaires, à la valeur observée en face droite.

### Effet du temps de pressage

Différents temps de pressage ont été appliqués aux panneaux revêtus. Les résultats de profils sont présentés Figure 17.

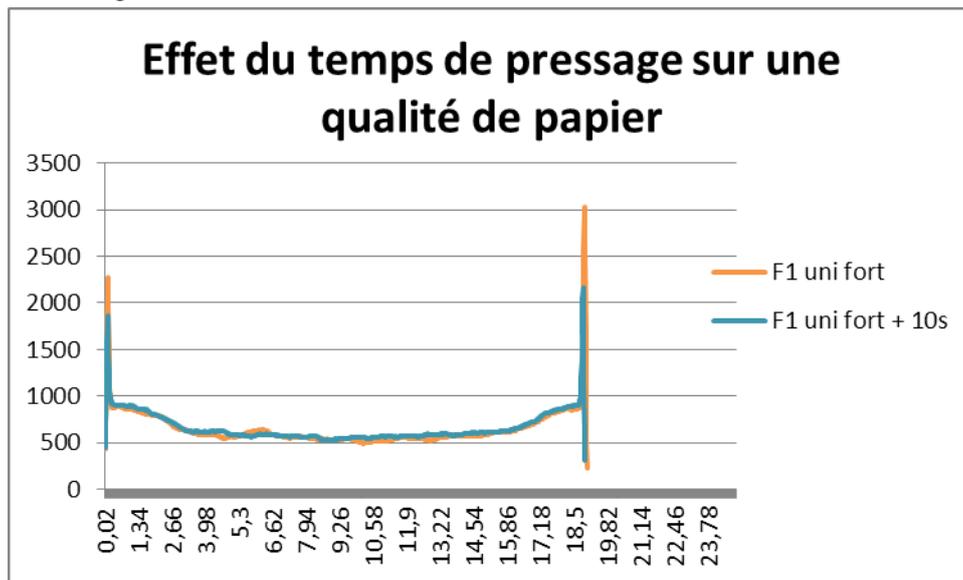


Figure 17 : Profil de densité de panneaux de 19mm revêtus d'un même papier, pressés durant deux temps différents

En 19mm, pour le fournisseur 1, les hauteurs des pics de densités en surface des panneaux varient avec les temps sous presse. En effet, un pressage standard semble favoriser des densités de papier supérieures sur les faces, alors que, pressé 10s de plus, les densités extérieures sont plus faibles. Une différence de 1000kg/m<sup>3</sup> est observée.

Avec un temps sous presse supérieur et à haute température, il est possible que la viscosité de la résine soit inférieure, poursuive sa réticulation, et fuse à travers le panneau lors de l'application de pression. Au contraire, avec un temps de pressage inférieur, la résine a moins de temps pour pénétrer dans le panneau, mais suffisamment pour assurer le pouvoir d'accroche.

### 4.3. Les propriétés mécaniques : résistance à la flexion

#### 4.3.1. Méthode d'essais :

Les essais ont été réalisés selon la norme NF EN 310 : 1993 – Panneaux à base de bois : détermination du module d'élasticité en flexion et de la résistance à la flexion.

Par dérogation, **12 éprouvettes** d'essais réparties sur toute la largeur du panneau ont été découpées dans le sens travers, alors que la norme d'essai demande de prélever 6 éprouvettes dans le sens long et 6 dans le sens travers. Cela est sans incidence sur les conclusions tirées de ces essais dans une démarche d'inter comparaison et cela permet d'augmenter la représentativité de l'échantillonnage.

Après débit, les éprouvettes ont été conditionnées en chambre climatique à 20°C et 65% HR jusqu'à masse constante.

Les éprouvettes d'essais sont placées à plat, centrées sur deux appuis inférieurs avec une portée de  $(20t_n \pm 1)$  mm,  $t_n$  épaisseur nominale. L'effort de flexion est transmis à l'éprouvette en son milieu par le biais d'un appui supérieur. La vitesse d'application de l'effort est définie de façon à obtenir la rupture de l'éprouvette en  $(60 \pm 30)$  secondes.

La moitié des éprouvettes est testée sur face supérieure et l'autre moitié sur la face intérieure. Pour chaque éprouvette, l'effort F (en N) appliqué et le déplacement a (en mm) de l'appui supérieur correspondant, sont enregistrés.

Le module d'élasticité en flexion est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$E_m = \frac{l_1^3 (F_2 - F_1)}{4bt^3 (a_2 - a_1)} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Avec :

- $l_1$  = distance entre appuis inférieurs (mm)
- $b$  = largeur de l'éprouvette (mm)
- $t$  = épaisseur de l'éprouvette
- $F_2 - F_1$  = incrément de charge sur la portion droite de la courbe force-déplacement (N)
- $F_1$  correspond à 10% et  $F_2$  à 40% de la force de rupture
- $a_2 - a_1$  = incrément de déplacement de l'appui supérieur correspondant à  $F_2 - F_1$

La contrainte de flexion est calculée avec la formule suivante :

$$f_m = \frac{3F_{max} l_1}{2bt^2} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Avec :

$F_{max}$  = force à rupture (N)

### 4.3.2. Résultat des essais de flexion:

Les résultats sont présentés ci-dessous sous forme de deux graphiques ;

Soit par l'illustration des effets principaux permettant de mettre en évidence le poids de différents critères distinctifs des échantillons.

Les critères choisis sont :

- L'origine du panneau : *Code fabricant* à 3 niveaux F1, F2 et F3
- Le décor du panneau : *Code décor* à 3 niveaux brut, décor, uni blanc
- Le grammage du papier : *Code grammage* à 2 niveaux faibles, fort
- Le temps de pressage du papier : *Code durée pressage* à 4 niveaux 20s, 30s, 40s, 50s

Une inclinaison forte de la courbe reliant les différents niveaux d'un critère rend compte d'un poids important. A l'inverse, une faible inclinaison rend compte d'un effet non significatif.

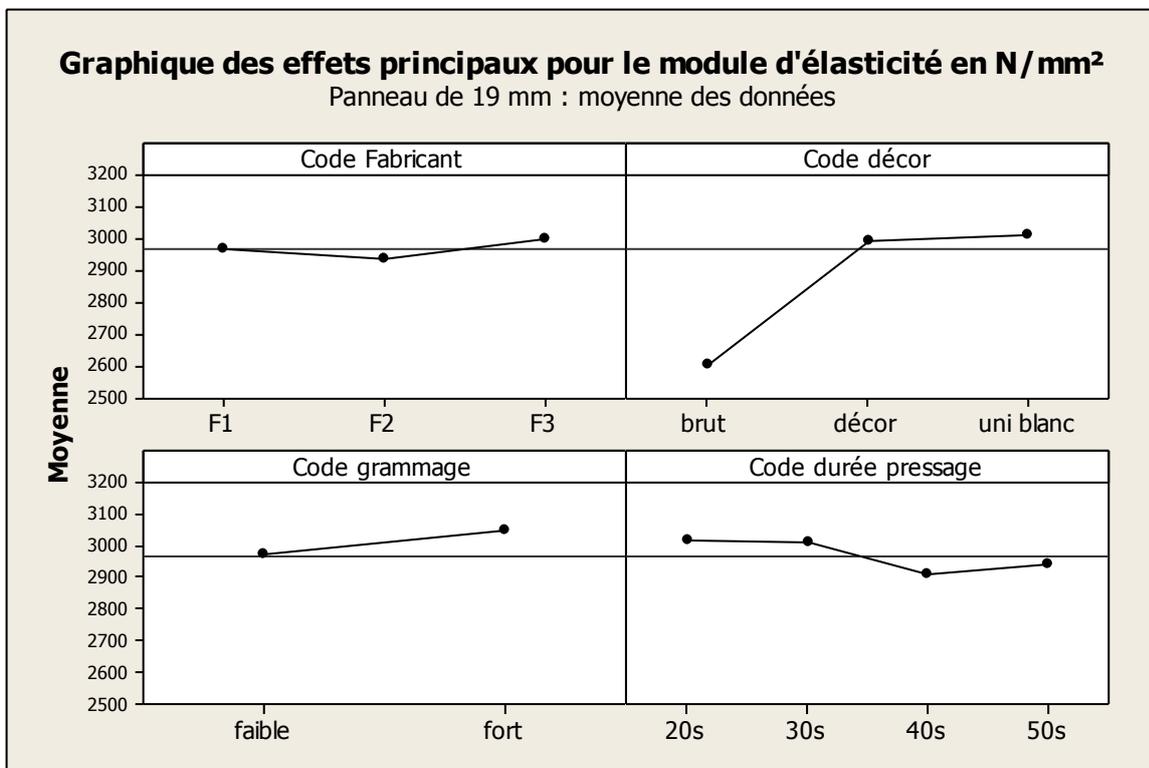


Figure 18 : Influence des paramètres sur le Module d'élasticité des PPSM de 19 mm

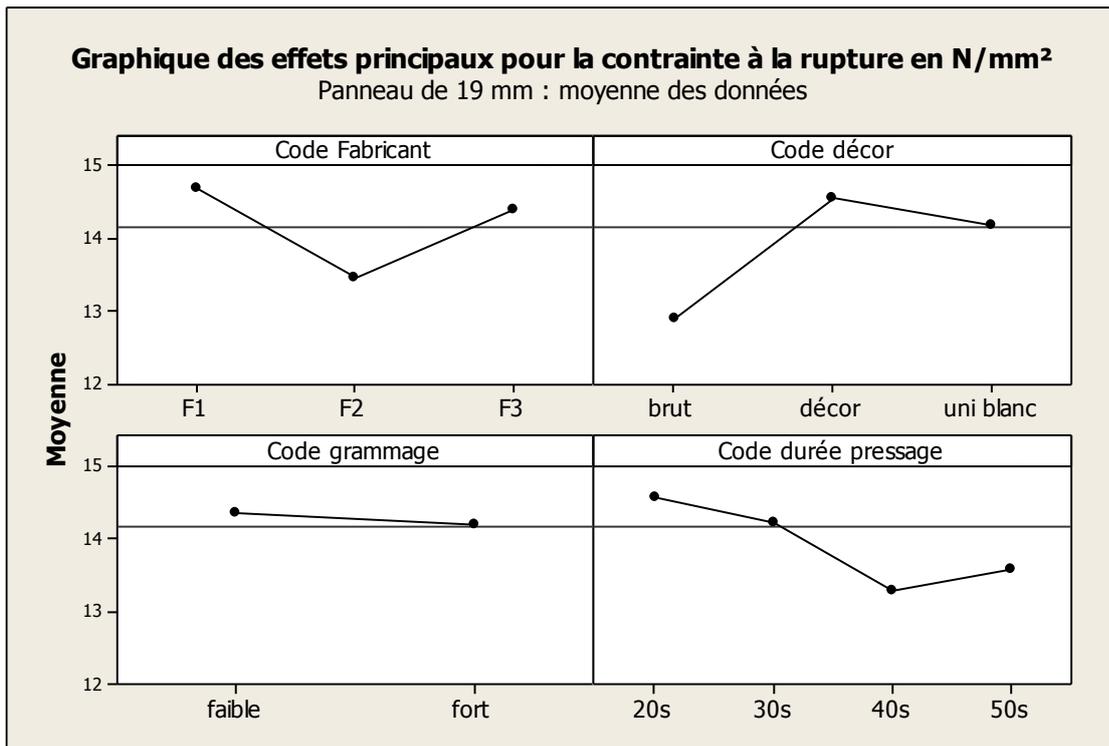


Figure 19: Influence des paramètres sur la contrainte à la rupture des PPSM de 19 mm

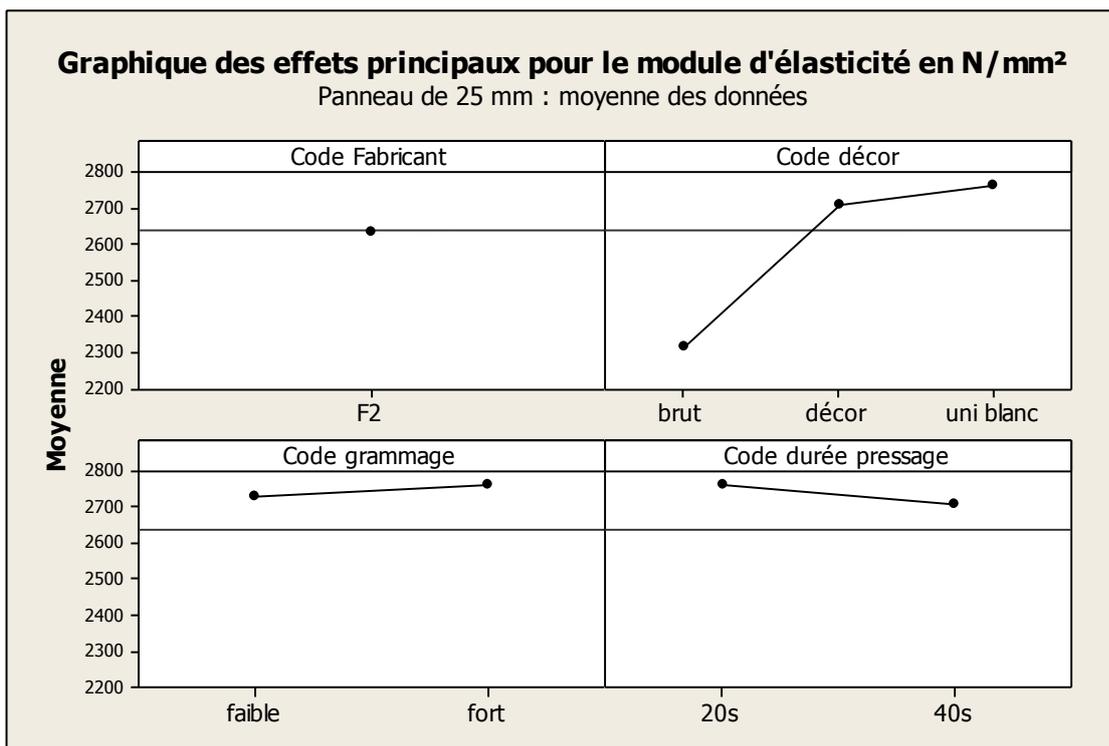


Figure 20 : Influence des paramètres sur le Module d'élasticité des PPSM de 25 mm

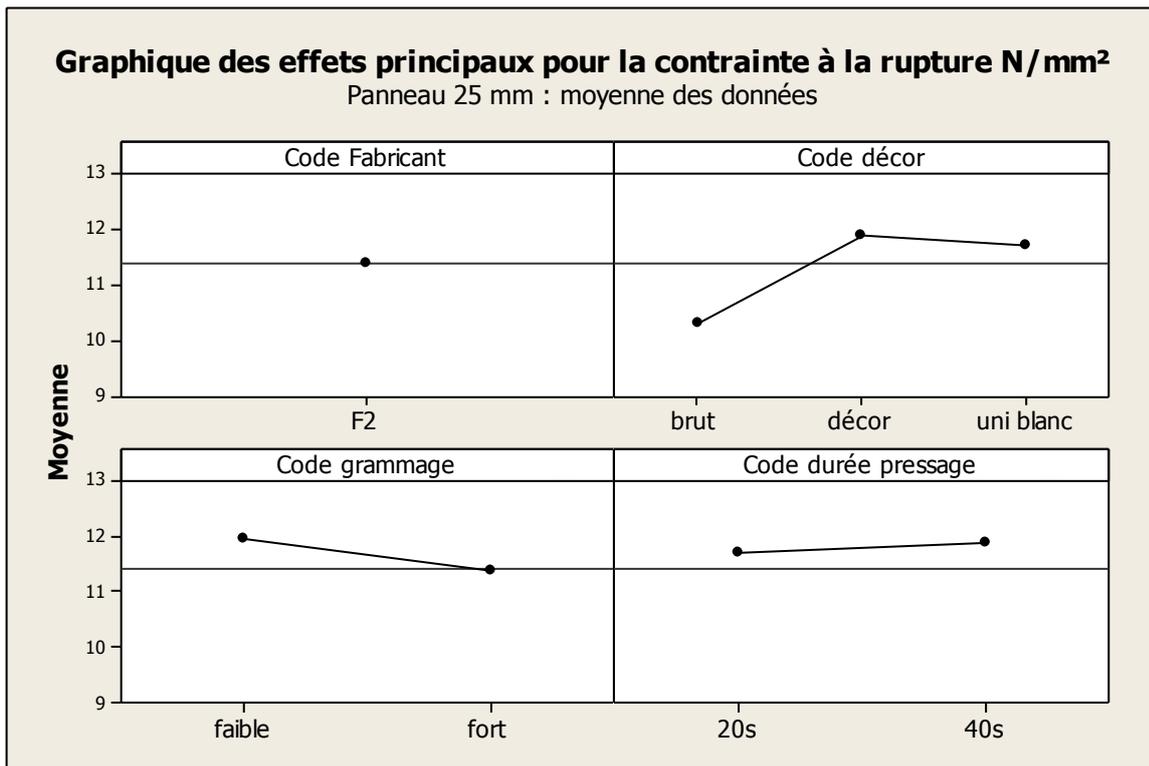


Figure 21 : Influence des paramètres sur le Module d'élasticité des panneaux de 25 mm

Soit par la comparaison des valeurs obtenues en module et en résistance des PPSM par rapport au panneau brut support. (Figure 22 )

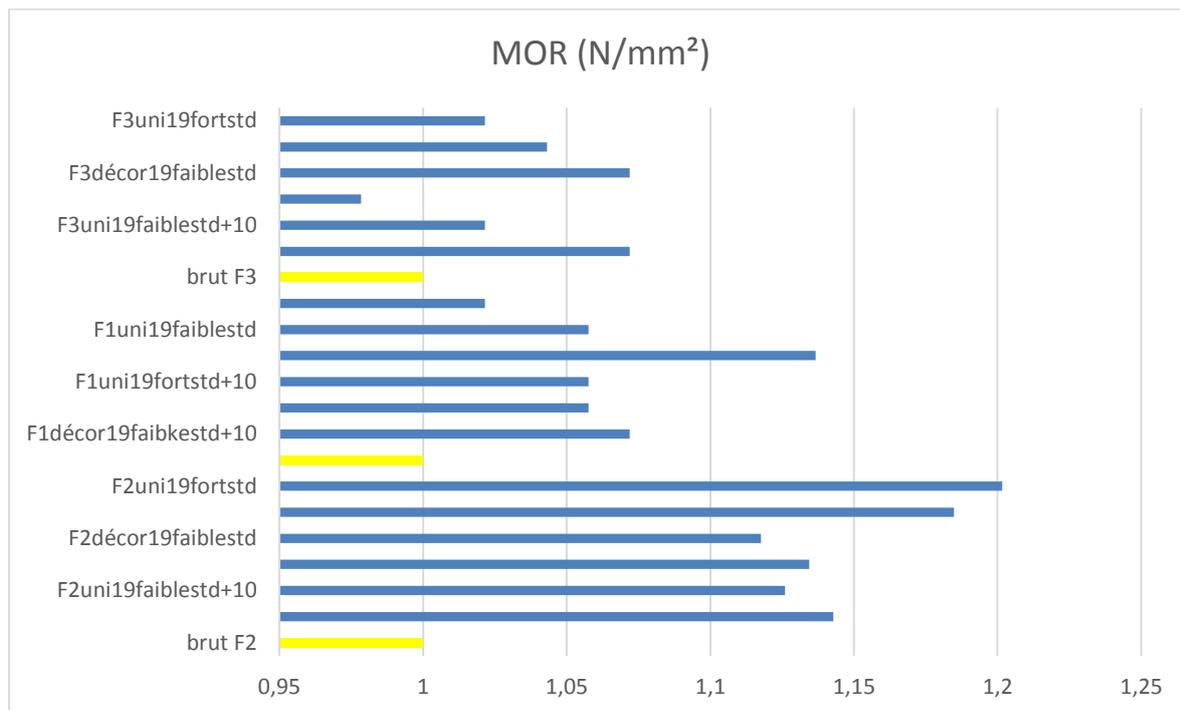
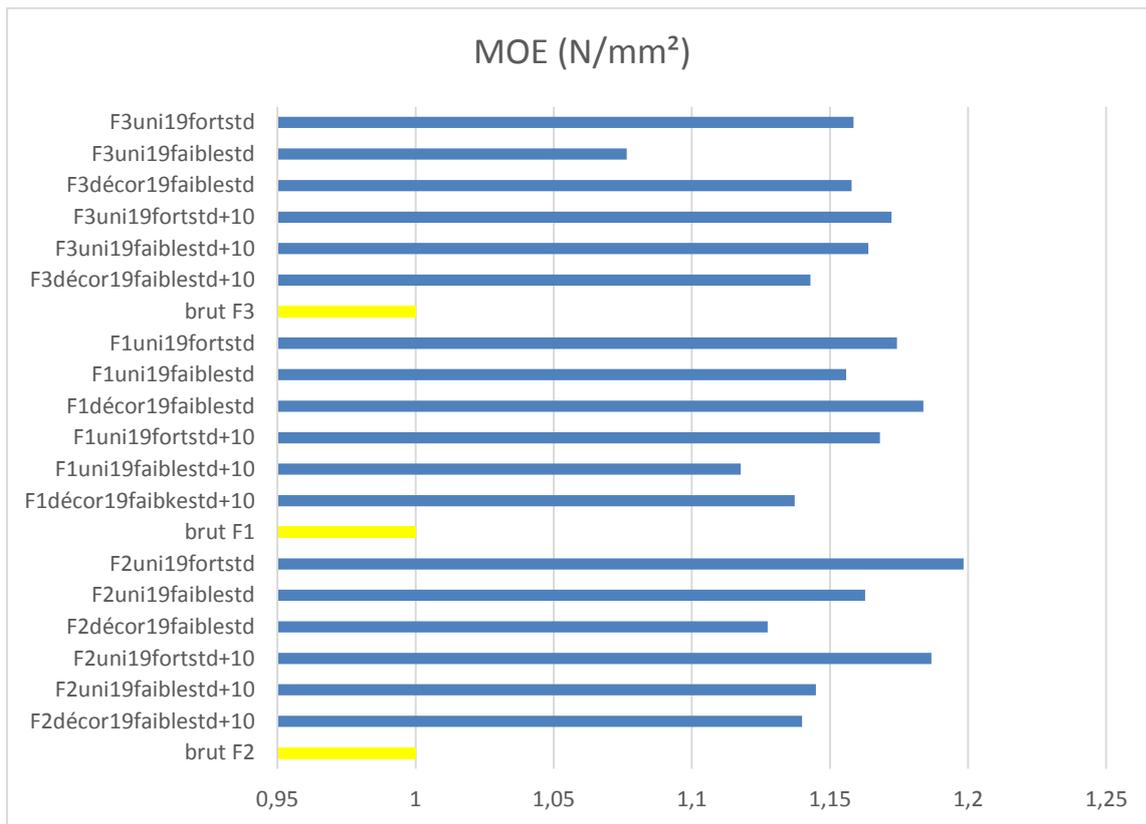


Figure 22 : ratio du Module de rupture en Flexion PPSM / PX bruts de 19mm.



**Figure 23 : ratio du Module d'élasticité en Flexion PPSM / PX bruts de 19mm**

En résumé les valeurs mesurées ratios pour l'épaisseur 19 MM peuvent être résumés par des valeurs exprimées dans le tableau 2 ;

| MOR                       | Ratio % / Brut | MOE                     | Ratio % / Brut |
|---------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
| TOTAL                     | 1,084          | TOTAL                   | 1,154          |
| std                       | 1,095          | std                     | 1,155          |
| std +10s                  | 1,074          | std +10s                | 1,153          |
| F2                        | 1,151          | F2                      | 1,160          |
| F1                        | 1,067          | F1                      | 1,156          |
| F3                        | 1,035          | F3                      | 1,145          |
| Contrainte de rupture MOR |                | Module d'élasticité MOE |                |

| MOR      | Ratio %/ Brut |
|----------|---------------|
| TOTAL    | 1,084         |
| std      | 1,095         |
| std +10s | 1,074         |
| F2       | 1,151         |
| F1       | 1,067         |
| F3       | 1,035         |

| MOE      | Ratio %/ Brut |
|----------|---------------|
| TOTAL    | 1,154         |
| std      | 1,155         |
| std +10s | 1,153         |
| F2       | 1,160         |
| F1       | 1,156         |
| F3       | 1,145         |

**Tableau 2 : Ratio Valeurs PPSM / Panneaux Bruts**

| MOR      | Ratio %/ Brut |
|----------|---------------|
| TOTAL    | 1,084         |
| std      | 1,095         |
| std +10s | 1,074         |
| F2       | 1,151         |
| F1       | 1,067         |
| F3       | 1,035         |

| MOE      | Ratio %/ Brut |
|----------|---------------|
| TOTAL    | 1,154         |
| std      | 1,155         |
| std +10s | 1,153         |
| F2       | 1,160         |
| F1       | 1,156         |
| F3       | 1,145         |

Les résultats d'essais détaillés sont présentés dans le tableau récapitulatif final figurant en annexe 1

#### 4.4. Teneur en formaldéhyde des panneaux bruts.

En complément des valeurs réalisées par la méthode d'émission ISO 16000, il a été effectué des mesures selon les méthodes de contrôle interne des fabricants. Le tableau 3 indique les valeurs mesurées selon les méthodes EN 120 (perforateur) et EN 717-2 (gaz analyse) uniquement sur les panneaux bruts.

| Panneau | H % | EN 120 mg/100g | EN 717-2 mg/m <sup>2</sup> .h |
|---------|-----|----------------|-------------------------------|
| E19     | 7.1 | 2.57           | 1.70                          |
| K19     | 7.2 | 3.04           | 2.84                          |
| K25     | 7.4 | 3.76           | 2.72                          |

Tableau 3 ; Formaldéhyde mesuré selon EN 120 et EN 717-2

## 4.5. Les essais d'aptitude à l'usage ameublement

### 4.5.1. Méthodes d'essais :

Tous les essais sont réalisés selon la norme NFD 60050:2009, l'échantillonnage a été construit en fonction du référentiel NF environnement.

Les différents essais réalisés sont les suivants :

#### Essai de porosité

But de l'essai

Évaluation de la surface (HPL, PPSM, CPL, composites, polymères, ...) à pouvoir être nettoyée par gommage après salissure à la poudre de graphite

Méthode d'essai

Sur une surface d'environ 10 × 10 cm étaler la poudre de graphite avec le doigt sec (SEC).

Sur une seconde surface d'environ 10 × 10 étaler la poudre avec un doigt humide (HUM).

Laisser sécher puis effectuer un gommage en croisant les passages avec une gomme blanche pour mine graphite.

La Cotation est exprimée en degré, les différents critères sont illustrés dans le tableau 4.

| Degré | Description                                                                                                                                                                                                                             |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5     | Aucun changement visible (aucun dommage).                                                                                                                                                                                               |
| 4     | Léger changement de couleur, visible uniquement lorsque la source de lumière se reflète sur la surface d'essai ou très près du point examiné, et est renvoyée vers l'œil de l'observateur, ou quelques marques isolées à peine visibles |
| 3     | Marque légère, visible sous plusieurs angles d'observation                                                                                                                                                                              |
| 2     | Marque prononcée, la structure de la surface étant toutefois pratiquement inchangée                                                                                                                                                     |
| 1     | Marque prononcée, la structure de la surface étant modifiée, ou bien le matériau étant dégradé.                                                                                                                                         |

Tableau 4 ; degré de cotation de l'essai de porosité

- **Stabilité des teintes à la lumière artificielle**

But de l'essai : Vérification de la tenue de la surface à la lumière par une exposition à une lumière artificielle définie.

Méthode d'essai : Exposer à la source d'une lampe à arc au xénon des éprouvettes à essayer afin de déterminer les changements d'aspect après exposition. Une gamme d'étalons, matérialisée par huit teintures bleues sur laine conforme à la norme NF EN ISO 105 B02, est exposée en même temps que les éprouvettes.

Arrêter l'exposition sous la lampe à arc au xénon quand le contraste n° 4 de l'échelle des gris (échelle conforme ISO 20105-A02) est atteint sur l'étalon laine de bleu n° 6.

L'Expression des résultats est réalisée selon la norme EN 15187

Le changement de couleur, de clarté, de saturation (cotation globale) est exprimé selon l'échelle des gris (par exemple 5 ou 4/5)

Les autres modifications du type : changement de brillance, modification de flop pour les revêtements à effets sont notés.

- **Résistance à la chaleur en étuve**

But de l'essai : Vérification, par examen visuel, du comportement à la chaleur des finitions par un séjour dans une étuve, sans contrôle de l'humidité.

Méthode d'essai : Placer l'éprouvette dans une étuve ventilée par convection naturelle réglée à  $70 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$  durant  $16 \pm 1$  heures.

Après 24 heures minimum de stabilisation de l'éprouvette, faire des observations et noter toutes les dégradations apparentes survenues par rapport à l'échantillon initial.

Expression des résultats

L'évaluation des résultats est faite selon NF EN 12721 : les dégradations éventuelles sont évaluées selon le code numérique de 1 à 5 (Tableau 5) sous S1 (source de lumière diffuse) et sous S2 (source de lumière directe).

L'opérateur peut si besoin estimer les dommages par le toucher.

| Degré | Description                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5     | Aucun changement visible (aucun dommage).                                                                                                                                                                                                   |
| 4     | Légers changements de brillance ou de couleur ou de texture, visibles uniquement lorsque la source de lumière se reflète sur la surface d'essai, et est renvoyée vers l'œil de l'observateur, ou quelques marques isolées à peine visibles. |
| 3     | Marque légère, visible sous plusieurs angles d'observation, par exemple décoloration à peine visible ou légère crispation du film.                                                                                                          |
| 2     | Marque prononcée, la structure de la surface étant toutefois pratiquement inchangée, crispation modérée du film.                                                                                                                            |
| 1     | Marque prononcée, la structure de la surface étant modifiée par de forte crispation ou des ruptures de film                                                                                                                                 |

**Tableau 5 : degré de cotation de l'essai de résistance à la chaleur sèche**

- **Résistance au choc**

But de l'essai : Qualification par examen visuel de l'aptitude à résister au choc par chute d'une masse d'une hauteur donnée

Méthode d'essai : L'essai est réalisé avec une bille de  $50 \pm 2$  mm de diamètre et de masse de  $500 \pm 10$  g pour caractériser l'ensemble finition et support.

Essai de classification est utilisé pour cette étude.

Faire progresser de 250 mm à 650 mm la hauteur de chute de la bille de 50 mm en 50 mm

Examiner la surface des éprouvettes au niveau de l'impact noter les traces de fissuration, et

Relever les diamètres d'impact ou la plus grande longueur de l'empreinte (à titre indicatif).

Expression des résultats

La résistance au choc est définie comme la plus grande hauteur à laquelle aucune fissuration n'est observée.

- **Résistance à l'abrasion**

But de l'essai : L'essai simule la capacité de résistance de la surface d'un meuble soumise à un essai d'abrasion.

Méthode d'essai : L'abrasion est obtenue en faisant effectuer des rotations à une éprouvette en contact avec une paire de roues cylindriques recouvertes de papier abrasif. Le nombre de rotations (tours) nécessaire pour atteindre le Point Initial d'usure (PI)

Description du PI : Le premier signe nettement perceptible d'usure de l'imprimé, du motif ou de la couleur unie apparaît et la sous-couche est mise à nu dans les quatre quadrants.

La sous-couche de motifs imprimés est le fond sur lequel le motif est imprimé ; pour les couleurs unies, il s'agit de la première sous-couche de couleur différente.

Cotation :

Évaluation des résultats

La résistance à l'abrasion de la surface d'essai est exprimée en nombre de tours au bout duquel le PI est atteint. Le résultat doit être la valeur moyenne obtenue sur les 3 surfaces d'essai, arrondie aux 10 cycles les plus proches

## 4.5.2. Résultats stratifiés seuls

, Les caractéristiques suivantes ont été mesurées sur les stratifiés :

- porosité,
- tenue lumière,
- abrasion

### Porosité.

Les Classement obtenus sont excellents, ils varient de 4 à 5 sur l'ensemble des surfaces,

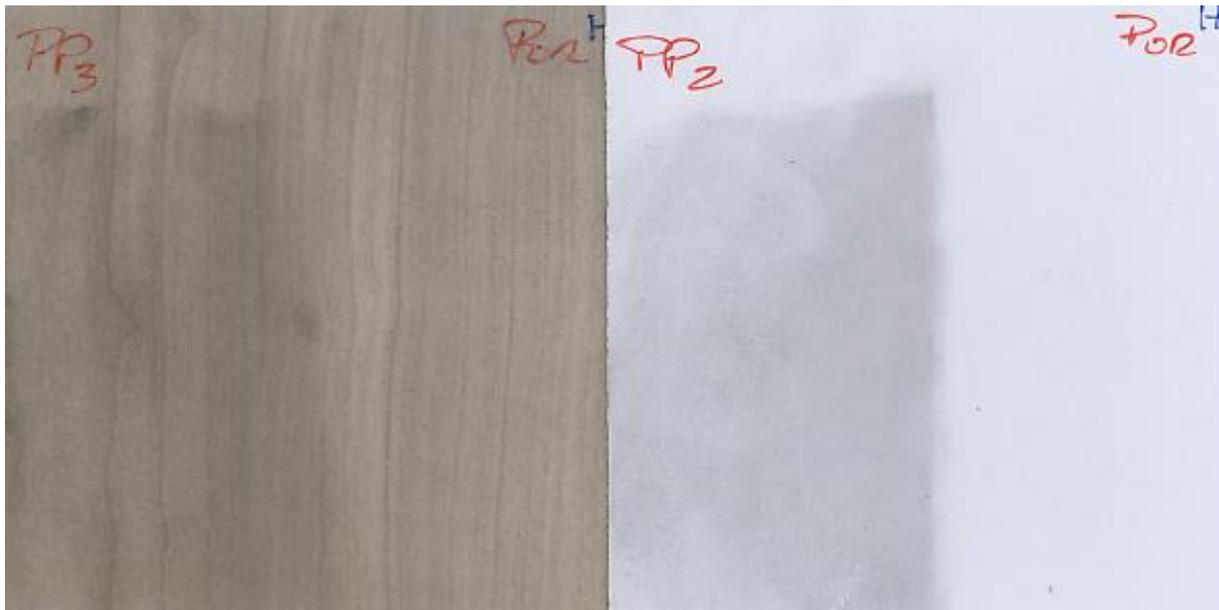


Figure 24 : Porosité / Image FCBA

**Tenue lumière.**

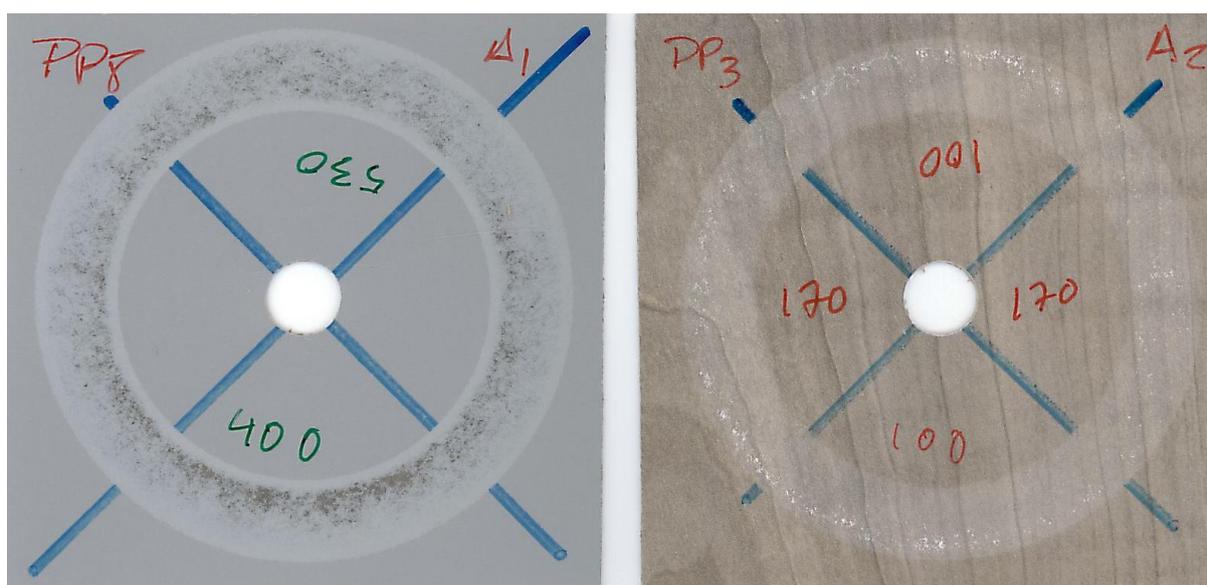
La tenue à la lumière des surfaces est particulièrement résistante. Les Classement obtenus sont à 5 pour tous sauf trois à 4/5.

**Abrasion**

Les résultats dépendent de la nature du décor, l'ensemble des valeurs (point initial, PI figurent dans le tableau 6 . La figure 25 est un comparatif entre un Uni et un décor bois.

| Nombre de tour avant d'atteindre le P.I. | > 150 et 200 Tr            | > 200 et 400 Tr                                          | > 400 et 600 Tr          | > 1000 Tr          |
|------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Nature du stratifié.                     | Décor bois, HPL 0,8mm      | Uni CPL 0,6mm<br>PF uni HPL 3                            | Gris uni HPL 0,8<br>mmPF | Blanc uni<br>0,8mm |
|                                          | décor bois,<br>HPL 0,8mm P | Décor bois CPL<br>0,6 mmPF décor<br>bois<br>CPL 0,8mm PF | Gris uni HPL<br>0,8mm PF |                    |
|                                          |                            | uni HPL 08 mm<br>uni HPL 08<br>mmPF                      |                          |                    |

**Tableau 6 : Valeur Points initiaux**



**Figure 25 : Point initial d'usure / Image FCBA**

### 4.5.3. Résultats des stratifiés collés sur panneaux de particules

Les caractéristiques suivantes ont été mesurées :

- Résistance à la chaleur sèche
- Résistance aux impacts bille de 500g

- **Résistance à la chaleur sèche**

Les six références testées ont conduit à la meilleure cotation, c'est-à-dire 5. (Pas de changement visible).

- **Résistance aux impacts d'une bille;**

Les hauteurs de chute de bille mesurées des différents stratifiés collés sur panneau de particules figurent dans le tableau 7 ;

| combinaison                        | Epaisseur du panneau | Résistance au choc |
|------------------------------------|----------------------|--------------------|
| Décor Bois 0,8 mm<br>collage froid | 25                   | > 65               |
| Uni 0,8 mm<br>collage froid        | 25                   | 40                 |
| Uni 0,8 mm<br>collage chaud        | 25                   | 50                 |
| Décor bois0, 8 mm<br>collage chaud | 25                   | 60                 |
| uni 0,8 mm<br>collage chaud        | 19                   | 50                 |
| Décor Bois 0,8 mm<br>collage chaud | 19                   | > 65               |

**Tableau 7 : Résistance aux chocs des panneaux revêtus d'un stratifié HPL**

#### 4.5.4. Résultats des PPSM

Les caractéristiques ont été mesurées **sur une seule face du panneau** (la face supérieure des panneaux reçus sur le colis au FCBA), et 23 références de panneaux ont été évaluées.

Le tableau 8 indique le nombre de PPSM conduisant aux cotations 4 et 5, obtenues pour les caractéristiques

- Porosité à la poudre de graphite. Test sec.
- Porosité à la poudre de graphite. Test humide
- Stabilité des teintes à la lumière artificielle
- Résistance à la chaleur sèche

|                                                 | Cotation 5 | Cotation 4                         |
|-------------------------------------------------|------------|------------------------------------|
| Porosité à la poudre de graphite. Test sec.     | 22         | 1                                  |
| Porosité à la poudre de graphite. Test humide   | 19         | 4 unis blancs chez 2 fournisseurs) |
| Stabilité des teintes à la lumière artificielle | 23         | 0                                  |
| Résistance à la chaleur sèche                   | 23         | 0                                  |

**Tableau 8 : valeurs de porosité, de stabilité et de résistance à la chaleur sèche de PPSM**

- **Résistance à l'abrasion**

La résistance à l'abrasion a été évaluée avec le critère « Point Initial atteint aux 4 quadrants » .

Sur les 23 panneaux revêtus testés la valeur minimale mesurée est de 20 Tr, et la valeur Maximale est de 570 Tr.

Les PPSM décors bois se trouvent entre 20 et 30 tr.

Les PPSM blancs conduisent à des valeurs entre 330 et 420 tr pour les grammages 70 g/m<sup>2</sup> et entre 450 et 570 tr pour les grammages de 95 g/m<sup>2</sup>

- **Résistance aux impacts bille de 500g**

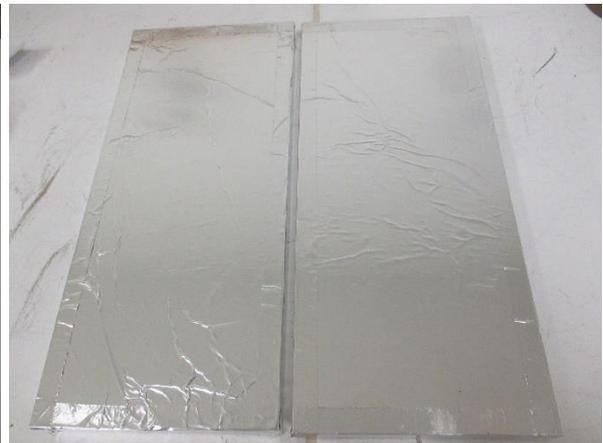
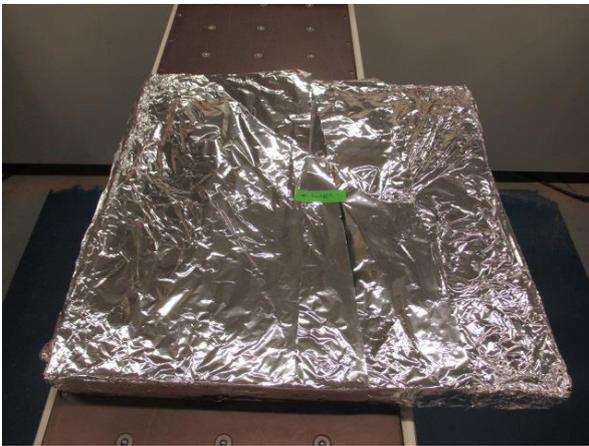
Les résultats de résistance à l'impact bille sur des papiers de 70g/m<sup>2</sup> et de 95 g/m<sup>2</sup> sont variables : moins de 25 à 45 cm sans rupture.

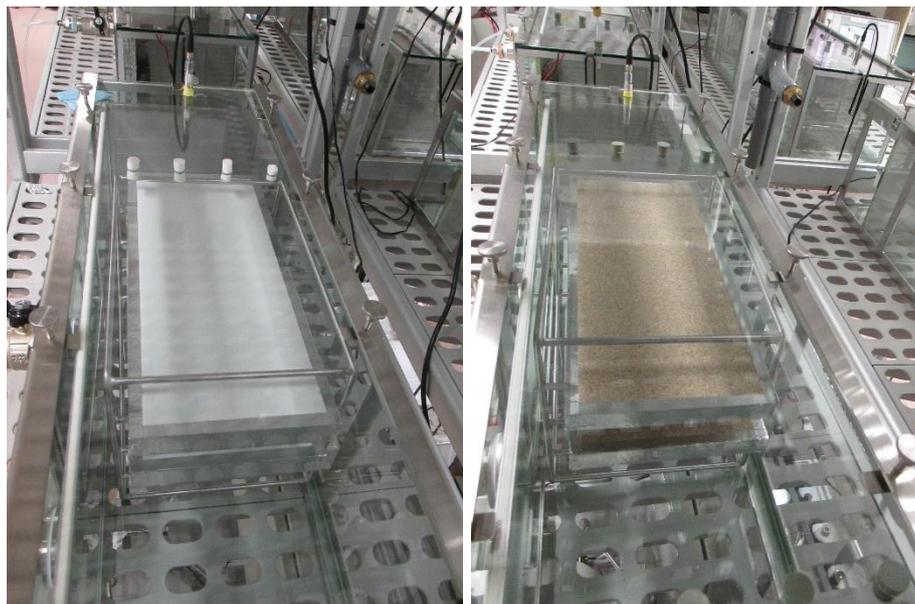
## 4.6. Les émissions de formaldéhyde selon la série de normes ISO 16000

### 4.6.1. Principe

Les tests d'émission ont été réalisés selon la série de normes ISO 16000 :

- Après découpe, les échantillons ont été conservés sous emballage hermétique à l'air et aux UV (papier aluminium) selon la norme NF EN ISO 16000-11 (2006)
- Les échantillons ont été conditionnés en chambre d'essai d'émission selon la norme NF EN ISO 16000-9 (2006)
- L'air de la chambre de test a été prélevé après 14 jours de conditionnement et le formaldéhyde a été mesuré selon la norme NF ISO 16000-3 (2011)





**Figure 26** : Exemple d'échantillon à réception, après découpe et colmatage, et conditionnement en chambre d'essai d'émission

Deux éprouvettes d'essai ont été préparées à partir d'un échantillon. Pour chaque éprouvette, seule une face est mise au contact avec l'air de la chambre d'essai d'émission (colmatage de la contre face prise au hasard et de la face sur quelques centimètres).

Pour chaque échantillon, les paramètres d'essai sont décrits dans le Tableau 9. Le renouvellement d'air a été fixé pour viser un débit d'air spécifique par unité de surface dans la chambre d'essai d'émission de  $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  (scénario « murs » de l'arrêté du 19 avril 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction et de décoration).

| Paramètres d'essai                       |              | Unités                                           |
|------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------|
| Nombre d'éprouvettes d'essai             | 2            | -                                                |
| Dimension des éprouvettes d'essai        | 350 x 140 mm | m                                                |
| Surface éprouvette d'essai (S)           | 0,098        | m <sup>2</sup>                                   |
| Volume chambre d'essai (V)               | 0,0509       | m <sup>3</sup>                                   |
| Taux de renouvellement d'air (n)         | 0,93         | h <sup>-1</sup>                                  |
| Taux de charge essai (L = S/V)           | 1,97         | m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>                   |
| Taux de ventilation spécifique (q = n/L) | 0,5          | m <sup>3</sup> ·m <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup> |

**Tableau 9** : Paramètres d'essai en chambre d'émission

#### 4.6.2. Déroulement de l'essai

L'introduction des éprouvettes d'essai dans la chambre correspond au début de l'essai d'émission. Durant toute la durée de l'essai, la température et l'humidité relative sont mesurées.

L'air de la chambre d'essai d'émission est prélevé après 14 jours de conditionnement à  $23 \pm 1^\circ\text{C}$  et  $50 \pm 5\%$  d'humidité relative.

Le formaldéhyde est prélevé par échantillonnage actif (pompage) de l'air sur un système spécifique :

- sur cartouche DNPH selon les conditions de la norme NF ISO 16000-3

Les cartouches de gel de silice imprégné de DNPH sont éluées par 5 ml d'acétonitrile. Après élution des cartouches d'adsorbant, le formaldéhyde est analysé par chromatographie liquide haute performance (HPLC) avec détection UV selon les principes de la norme NF ISO 16000-3.

Les prélèvements ont été effectués en doublons. Les résultats présentés correspondent à la moyenne des deux prélèvements analysés.

Avec un prélèvement de 50 litres d'air, la limite de détection expérimentale est de  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et la limite de quantification de  $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les incertitudes de mesure analytiques du laboratoire de chimie-écotoxicologie de FCBA sont égales à 13,8% pour une concentration théorique en formaldéhyde dans l'air de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Dans cette étude, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude de la mesure du formaldéhyde selon la série complète de normes ISO 16000 (parties 3, 9 et 11). Cependant, il convient de noter que les laboratoires accrédités pour ce type de normes présentent en moyenne des incertitudes de mesure autour de 45%.

Les données statistiques d'une étude inter-laboratoires réalisée en 2008 par FCBA pour mesurer les émissions de formaldéhyde d'un panneau de particules brut selon la série de normes ISO 16000 confirment ces données d'incertitude. Après 28 jours d'essai en chambre d'émission, les résultats ont montré un coefficient de variation de reproductibilité entre 6 laboratoires participants de 17,4% pour une concentration moyenne en formaldéhyde de  $57,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il conviendrait de multiplier par deux cet écart type relatif pour obtenir l'incertitude de mesure élargie.

### 4.6.3. Résultats

Les résultats sont exprimés en facteurs d'émission spécifiques (SER). Ils sont calculés selon la formule :  $SER = C \times q$  avec :

SER : facteur d'émission spécifique en microgrammes de composé volatil par mètre carré d'éprouvette et par heure ( $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$ )

q : taux de ventilation spécifique au moment de l'essai ( $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ )

C : concentration expérimentale dans l'air de la chambre d'essai d'émission en microgrammes de composé volatil par mètre cube d'air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Les facteurs d'émission spécifiques (SER) mesurés après 14 jours de conditionnement en chambre d'essai d'émission figurent en annexe

## 5. Discussion sur les résultats

### 5.1. Papier et profil de densité

Les caractérisations menées sur les supports papiers bruts ont montré de nombreuses similitudes entre les fournisseurs. Ainsi, les couleurs, morphologies de fibres, performances mécaniques sont équivalentes. Les porosités sont différentes, mais très faibles dans les deux cas. Les écarts le plus forts sont observés sur les natures des charges utilisées. En effet, un fournisseur utilise un papier avec une forte proportion de  $\text{TiO}_2$ , en substitution de talc et kaolin. Après imprégnation, les feuilles initialement très absorbantes deviennent totalement imperméables. Les fibres ne représentent plus alors qu'une part limitée des feuilles qui sont en majorité constituée de résine. La quantité contenue varie avec le grammage du papier : plus il est élevé, plus la proportion augmente.

Il n'a pas été possible de déterminer la nature de la résine utilisée pour imprégner les papiers. En effet, elles peuvent être de différentes natures, en faisant varier les ratio mélamine-formaldéhyde et l'introduction éventuelle d'urée.

Les papiers analysés des fournisseurs 1 et 2 sont très proches, peu dissociables. Seul le fournisseur 4 présente un papier contenant moins de résine que les autres.

Une densification des surfaces des panneaux est observée avec la présence de papier, matériau plus dense que le panneau et contenant des résines et charges minérales. Cette densification est d'autant plus importante que le papier présente un grammage supérieur.

Un temps de pressage prolongé a tendance à réduire les hauteurs de pics de densité. Ainsi, plus la feuille de papier décor est chauffée de façon prolongée sous presse, moins les pics de densité sont élevés. Il semble donc que la résine se comporte différemment avec la chaleur, sa migration dans l'épaisseur du panneau pourrait être facilitée, entraînant une couche de surface moins dense.

Un pressage fortement prolongé pourrait donc, à l'extrême entraîner une forte diminution de la proportion de résine en surface.

## **5.2. Performances mécaniques des panneaux (bruts et revêtus)**

L'opération de surfaçage, à temps standard ou à temps +10 secondes n'altère pas les performances mécaniques des panneaux bruts.

Les propriétés mécaniques en flexion des panneaux PPSM sont améliorées d'environ 15% en module d'élasticité et d'environ 5 à 9% en module de rupture par rapport aux panneaux bruts.

## **5.3. Essais d'aptitude à l'usage ameublement**

- **Stratifié et Stratifié collés sur panneaux de particules**

Les résultats sont peu discriminants sur le nombre d'échantillons qui est réduit

Les résultats sont plutôt dans des niveaux très satisfaisants pour la porosité, la tenue lumière et la tenue aux chocs

Le collage à chaud et le collage à froid conduisent à des performances identiques. Cette différence de procédé de fabrication ne semble pas impacter les caractéristiques finales du complexe stratifié collé sur panneau de particules d'épaisseur 19 et 25 mm

- **PPSM**

L'échantillonnage testé présente des performances satisfaisantes en porosité, tenue chaleur sèche et tenue lumière.

L'augmentation du temps de pressage (+10 ") n'a pas montré un impact constant sur le résultat sur l'échantillonnage de cette étude.

Sur les essais de choc à la bille, les résultats sont variables sans identification possible du critère influent.

Nota Bene : Sur un panneau PPSM du fabricant F3 une réplique du test a été réalisée sur les deux faces. La cotation est identique sur les deux faces

## 5.4. Emissions de formaldéhyde

Les résultats des tests d'émission selon la série de normes ISO 16000 (parties 3, 9 et 11) ont été discutés afin de hiérarchiser les paramètres pouvant influencer l'effet barrière du revêtement aux émissions de formaldéhyde provenant du support brut (panneau de particules).

Des études précédentes (MOBAIR-C, MOBAIR DE, MOBAIR ISO 16000 et MOBAIR-PRO) ont démontré que le facteur d'émission en formaldéhyde atteint un niveau quasi stationnaire entre 14 et 28 jours de conditionnement du panneau à base de bois en chambre d'essai d'émission. La durée de l'essai s'est donc limitée à 14 jours.

Une autre étude avait montré que les niveaux d'émission en formaldéhyde des panneaux à base stratifiés étaient du même ordre de grandeur que ceux mesurés pour des PPSM (Etude Codifab « Effet barrière CHOH 1 », Influence des revêtements sur les émissions de formaldéhyde par les panneaux de particules, rapport FCBA n°402/11/2727R/1 à 12, avril 2013, 41 pages).

### 5.4.1. Essais de répétabilité

Sur 4 types d'échantillons (PPSM 19 mm), des essais de répétabilité ont été réalisés (fabrication à partir du même lot de support brut et de feuille de papier imprégnée de mélamine). Les résultats sont présentés sur la figure 27.

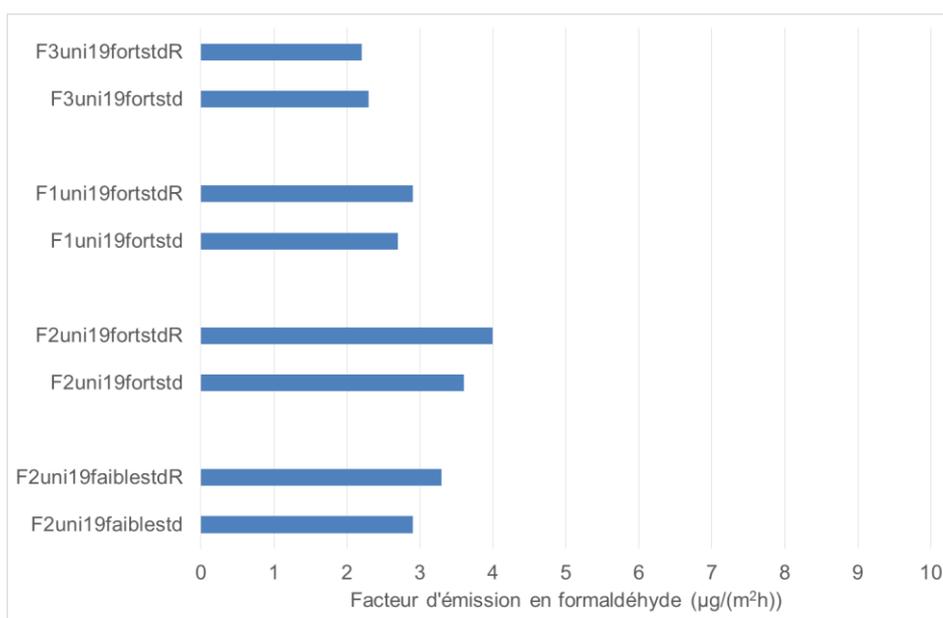


Figure 27 : Influence du procédé de fabrication sur les facteurs d'émission en formaldéhyde

Les écarts entre réplicas sont compris entre 4,5 et 12,1% pour des facteurs d'émission spécifiques variant de 2,2 à 4,0 µg/ (m²h). Ces résultats indiquent une répétabilité satisfaisante lorsque l'on fait varier conjointement le procédé de fabrication et la technique de mesure des émissions (ISO 16000 parties 3 et 9). En effet, les niveaux d'émission mesurés sont proches de la limite de quantification analytique (concentration expérimentale de 1,1 µg/m³, soit un facteur d'émission en scénario « murs » de 0,6 µg/ (m²h)).

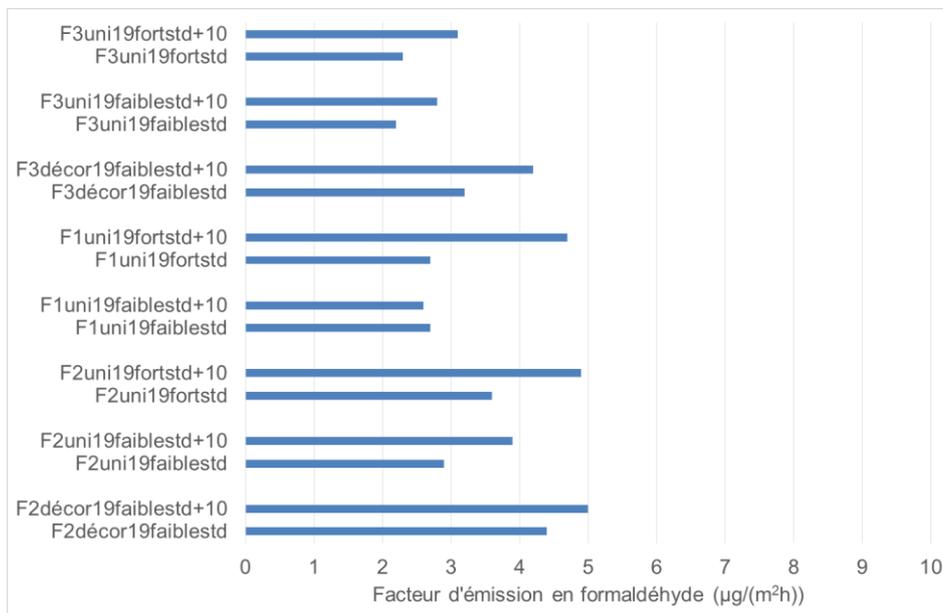
### 5.4.2. Essais sur les PPSM

Globalement, l'effet d'abattement au formaldéhyde des feuilles de papier imprégnées de mélamine varie de 87 à 96% quel que soit la nature du support (F2brut25, F2brut19, F1brut19) et le type de revêtement (médiane à 93%). Il présente le même ordre de grandeur que celui mesuré dans les études Codifab « UIPP ISO 16000 » et « Effet barrière CHOH 1 ».

#### Influence du temps de pressage

L'influence du temps de pressage a été étudiée en faisant varier la durée de polymérisation de la résine d'imprégnation du papier sur 8 types de PPSM : temps standard (environ 20 secondes) et temps standard + 10 secondes (figure 28).

Les facteurs d'émission en formaldéhyde sont du même ordre de grandeur, avec un temps de pressage standard et supplémentaire de 10 secondes, même si un temps de pressage augmenté de 10 secondes a tendance à légèrement augmenter le niveau d'émission en formaldéhyde (en moyenne de 25%).



**Figure 28** : Influence du temps de pressage sur l'émission de formaldéhyde par les PPSM

#### Influence du type de papier (décor / uni)

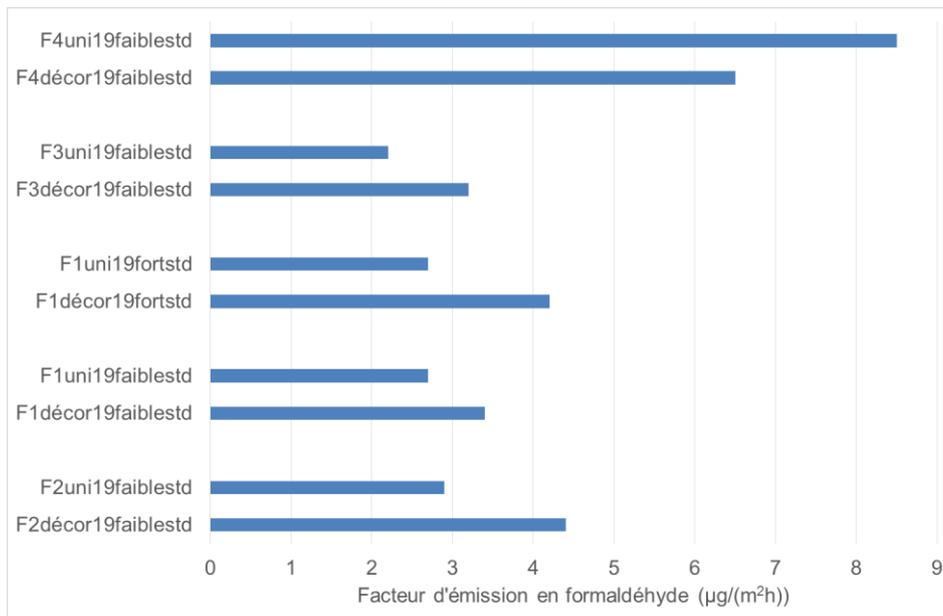
Plusieurs supports bruts de 19 mm d'épaisseur ont été revêtus par deux types de papier, issus d'un même fournisseur : uni (teinté dans la masse du papier) et décor (encrage d'un décor bois en surface). Majoritairement, des papiers de faible grammage ont été comparés : 4 papiers avec un grammage à 70 g/m<sup>2</sup> (« faible ») et un papier avec un grammage entre 90 et 95 g/m<sup>2</sup> (« fort »).

A noter aussi que les échantillons F1uni19faiblestd et F3uni19faiblestd présentent à l'origine le même support brut et le même papier. Seul le procédé de fabrication diffère (F1 et F3). Les échantillons « F1décor19faiblestd » et « F3décor19faiblestd » ont été fabriqués sur le même principe.

Globalement, les résultats montrent des niveaux d'émission plus élevés pour le papier décor, que le grammage soit faible ou fort (Figure 29). En effet, pour les panneaux issus des fabricants F1, F2 et F3, les facteurs d'émission augmentent entre 23 et 56% pour les panneaux avec papier décor.

Les échantillons présentant des supports bruts et des papiers identiques mais des procédés de fabrication différents ont montré la même tendance. A ce stade, un effet capteur lié à la teneur en charges minérales ( $\text{TiO}_2$ ) plus élevée dans les papiers unis n'est donc pas démontré. La comparaison des PPSM issus du fabricant 4 ont montré un résultat inverse. Ce constat peut être lié à une quantité de résine imprégnant le papier pouvant différer selon le type de fabricant. Cependant, les écarts restent bien trop faibles et proches des résultats de répétabilité pour véritablement confirmer cet effet « fabricant ».

Qualitativement, le type de papier pourrait donc avoir une influence sur les émissions de formaldéhyde. Cependant, les niveaux mesurés et les écarts trop faibles (entre 2,2 et 8,5  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$ ) ne permettent pas de conclure. Les premiers résultats pourraient plutôt inciter, pour un fabricant donné, à retenir comme essai majorant le papier présentant le taux d'imprégnation le plus élevé, à condition que cette hypothèse soit confirmée par des essais complémentaires.

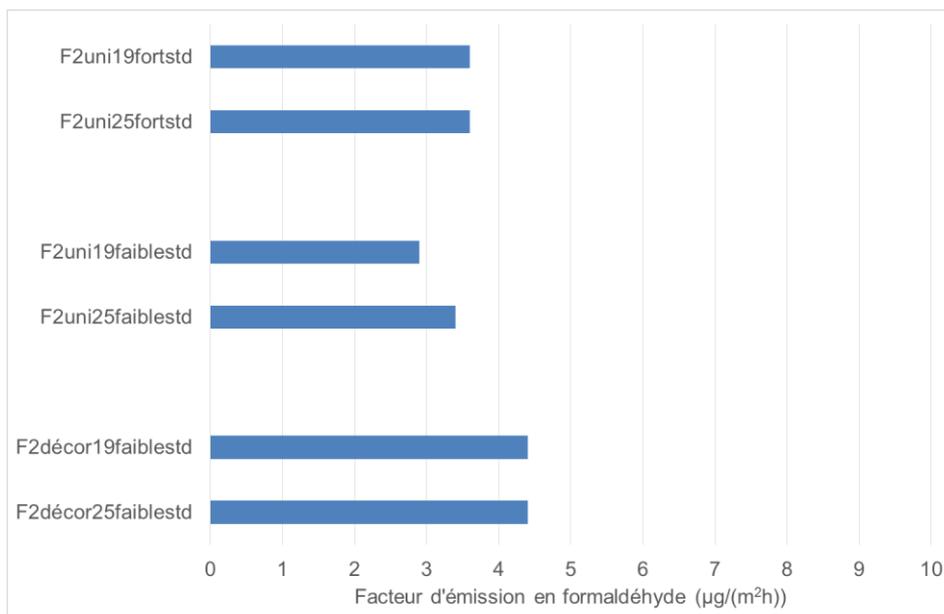


**Figure 29** : Influence du type de papier sur l'émission de formaldéhyde des PPSM

#### Influence de l'épaisseur du support brut

Deux fabricants (F1, F2) ont revêtu avec un même type de papier des panneaux de particules présentant deux épaisseurs représentatives des panneaux à base de bois utilisés dans le secteur de l'ameublement (19 et 25 mm). Les essais d'émission ont été réalisés sur trois types de papier : papier uni/fort grammage, papier uni/faible grammage, papier décor/fort grammage.

Quel que soit le type de papier, les niveaux d'émission en formaldéhyde sont du même ordre de grandeur, si l'on tient compte de la variabilité analytique et des résultats des essais de répétabilité (figure 30). L'épaisseur du support brut (entre 19 et 25 mm) ne semble donc pas avoir d'influence sur l'émission de formaldéhyde par les PPSM.

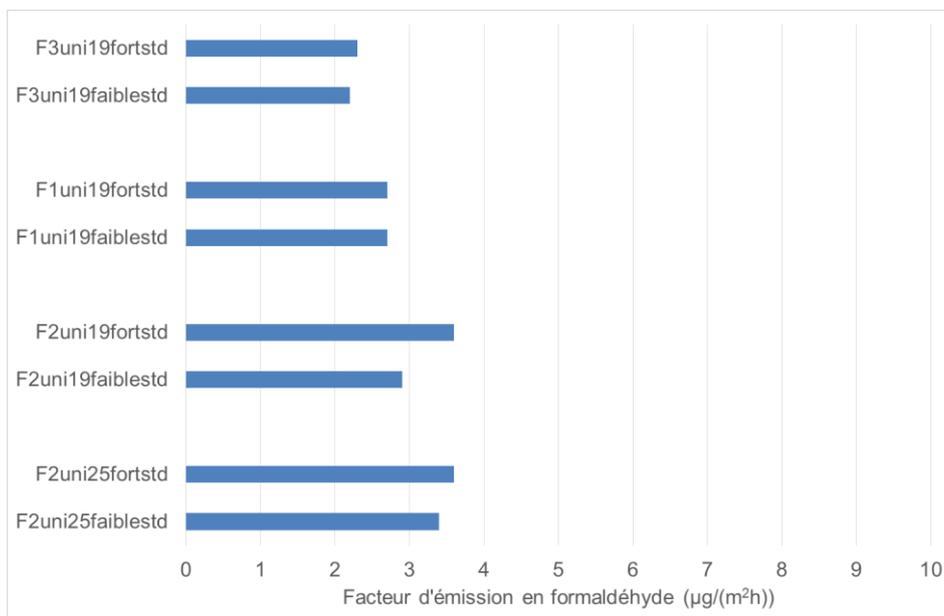


**Figure 30 :** Influence de l'épaisseur du support brut sur l'émission de formaldéhyde des PPSM

### Influence du grammage du papier

Deux types de grammage ont été comparés : papier avec un grammage faible (70 g/m<sup>2</sup>) et papier avec un grammage fort (entre 90 et 95 g/m<sup>2</sup>). Le type de papier n'a pas varié (papier uni). Par contre, les paramètres « fabricant » (F1, F2, F3) et « épaisseur du support brut » (19 et 25 mm) ont été pris en compte dans le plan expérimental.

Les résultats montrent des niveaux d'émission en formaldéhyde quasi identiques selon le type de grammage (écart inférieurs à 10%), sauf pour un type de panneau (facteur d'émission du F2uni19fortstd supérieur de 19% à celui de F2uni19faiblestd) (figure 31).



**Figure 31 :** Influence du grammage du papier sur l'émission de formaldéhyde des PPSM

Globalement, cette étude ne met pas en évidence d'influence du grammage du papier sur les émissions de formaldéhyde. Cela confirme les premiers résultats obtenus lors de l'étude Codifab « Effet barrière CHOH 2 » (tableau 10).

| Etude                 | Type de panneau de particules       | Facteur d'émission en formaldéhyde $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$ |
|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Effet barrière CHOH 2 | Support brut 20 mm                  | 82                                                                    |
|                       | PPSM 65 g/m <sup>2</sup> décor bois | 3,3                                                                   |
|                       | Support brut 20 mm                  | 82                                                                    |
|                       | PPSM 125 g/m <sup>2</sup> uni blanc | 3,5                                                                   |

**Tableau 10** : Facteurs de réduction de l'émission de formaldéhyde en fonction du type de PPSM et de support

(d'après étude Codifab « Effet barrière CHOH 2 », Influence des revêtements sur les émissions de formaldéhyde par les panneaux à base de bois, rapport FCBA 402/13/1163R version 2, septembre 2014, 36 pages)

Même si les charges en résine d'imprégnation déposées sur le papier et les protocoles de pressage (durée, température) peuvent diverger selon le grammage du papier, les recettes d'imprégnation appliquées par les fabricants (F1, F2, F3) permettent au final d'obtenir le même niveau d'abattement des émissions de formaldéhyde.

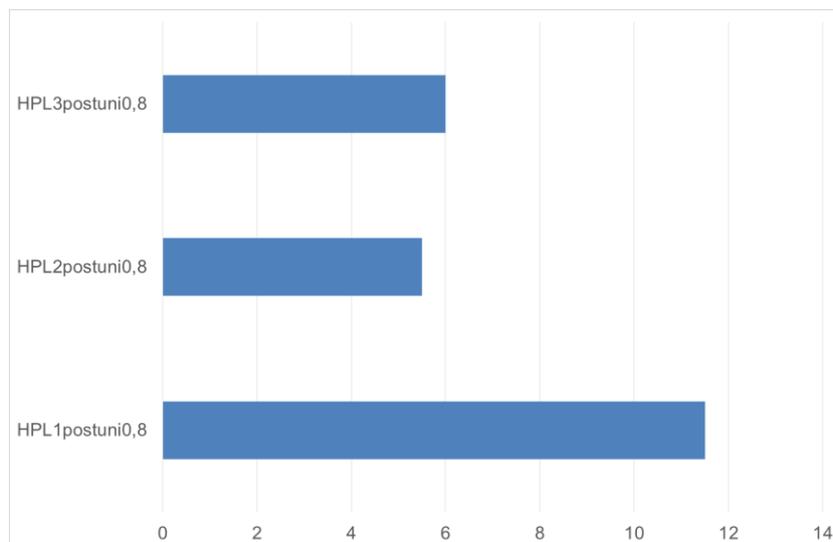
### 5.4.3. Essais sur les revêtements stratifiés

- Influence du procédé de fabrication

Le procédé de fabrication a été étudié en comparant les résultats d'émission en formaldéhyde de stratifiés postformés unis (épaisseur 0,8 mm) provenant de trois fournisseurs différents (figure 32).

Un facteur 2 est mis en évidence entre le fabricant N°1 (HPL1) et les deux autres fabricants : facteur d'émission de 11,5  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$  pour le fabricant N°1 (HPL1), de 5,5  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$  pour le fabricant N°2 (HPL2) et de 6,5  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$  pour le fabricant N°3 (HPL3).

La couleur du décor ne semble pas être le paramètre discriminant car les stratifiés HPL1 et HPL3 sont gris. Le stratifié HPL2 est blanc. La différence peut être plutôt liée à la nature des résines d'imprégnation et au procédé de fabrication.

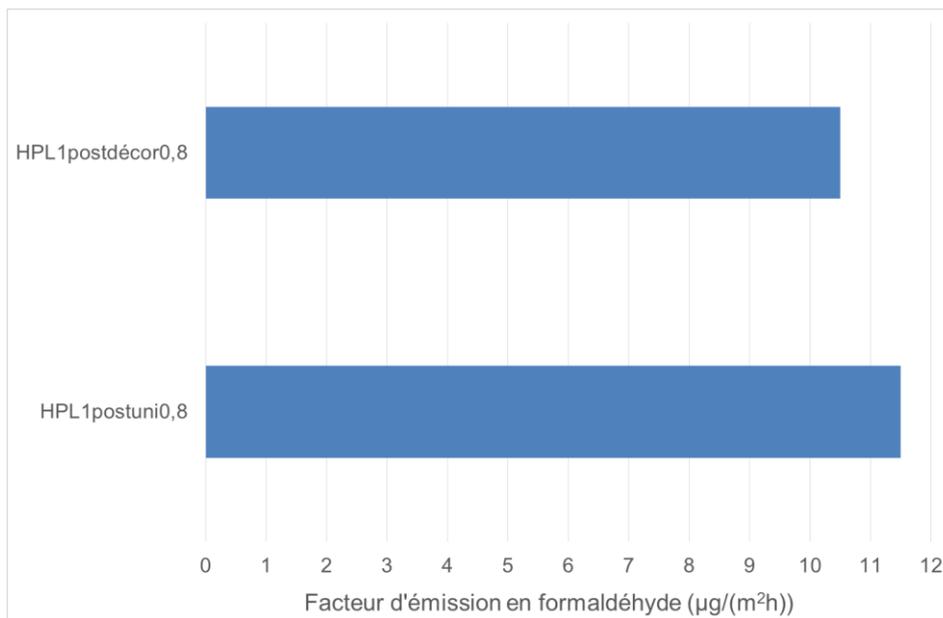


**Figure 32** : Influence du procédé de fabrication sur l'émission de formaldéhyde de revêtements stratifiés

#### - Influence du type de décor

L'influence du décor a été étudiée à partir d'un stratifié HPL postformé (épaisseur 0,8 mm). Deux décors distincts ont été retenus : un décor dans la masse du stratifié (gris uni) et un décor uniquement en surface (décor bois).

Les résultats ne montrent pas d'influence du décor : facteur d'émission de 10,5  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$  pour le HPL postformé décor bois et de 11,5  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$  pour le HPL postformé uni (figure 33). Comme la teneur en charges minérales des décors ( $\text{TiO}_2$ , Kaolin) n'a pas été caractérisée, leur influence sur les niveaux d'émission en formaldéhyde n'a pas pu être quantifiée.



**Figure 33** : Influence du type de décor sur l'émission de formaldéhyde de revêtements stratifiés

#### - Influence du postformage

Les niveaux d'émission en formaldéhyde ont été comparés entre un stratifié standard mince (HPL1stduni0,8) et un stratifié postformé (HPL1postuni0,8), présentant un même décor uni (figure 34 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les résultats montrent que le stratifié postformé émet, après 14 jours d'essai en chambre de test, deux fois plus de formaldéhyde que son homologue standard : facteur d'émission de 6,5  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$  pour le HPL standard uni et de 11,5  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$  pour le HPL postformé uni. Cet écart est vraisemblablement lié à la nature et à la quantité des résines d'imprégnation utilisées pour leur fabrication.

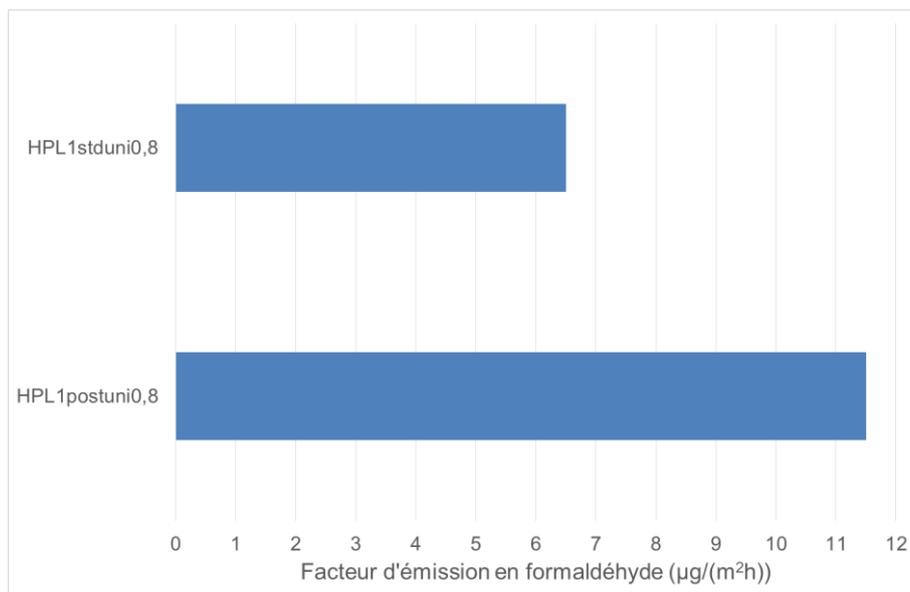


Figure 34 : Influence du postformage sur l'émission de formaldéhyde de revêtements stratifiés

#### 5.4.4. Essais sur les panneaux HPL contrecollés sur support (panneaux de particules)

- Influence de l'épaisseur du panneau

Les mêmes panneaux de particules que ceux retenus pour l'étude sur les PPSM (fabricant F1, épaisseur 19 et 25 mm) ont été revêtus par des stratifiés postformés papier décor et uni (collage à chaud).

Les facteurs d'émission mesurés après 14 jours de conditionnement en chambre de test sont du même ordre de grandeur, que le stratifié uni soit collé sur un support brut de 19 ou 25 mm (figure 35). Ces résultats confirment ceux obtenus sur les PPSM (figure 30). L'écart plus significatif pour le collage du stratifié papier décor serait plutôt imputable aux incertitudes de mesure analytiques.

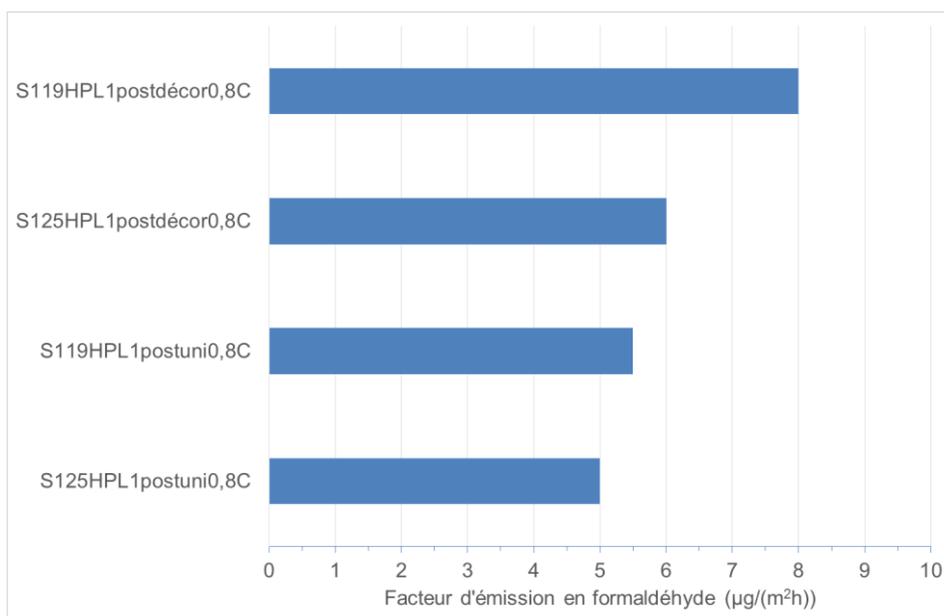
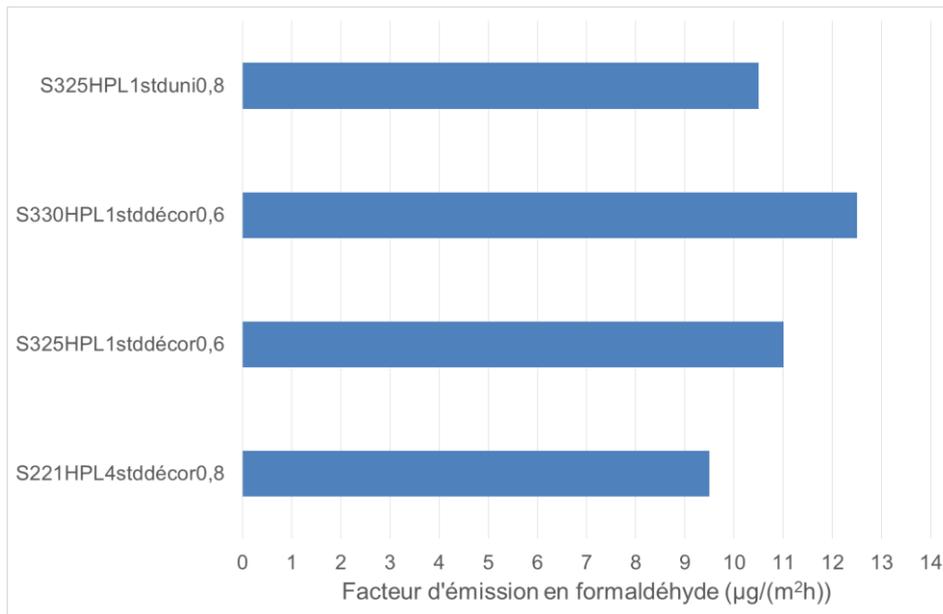


Figure 35 : Influence de l'épaisseur du support brut sur l'émission de formaldéhyde de panneaux stratifiés

- Influence du procédé de fabrication

Des panneaux revêtus avec un stratifié standard (papier décor et uni) provenant de différents fabricants ont été testés. Les niveaux d'émission en formaldéhyde ne dépassent pas de façon significative les résultats sur revêtement stratifié seul (figure 36) :

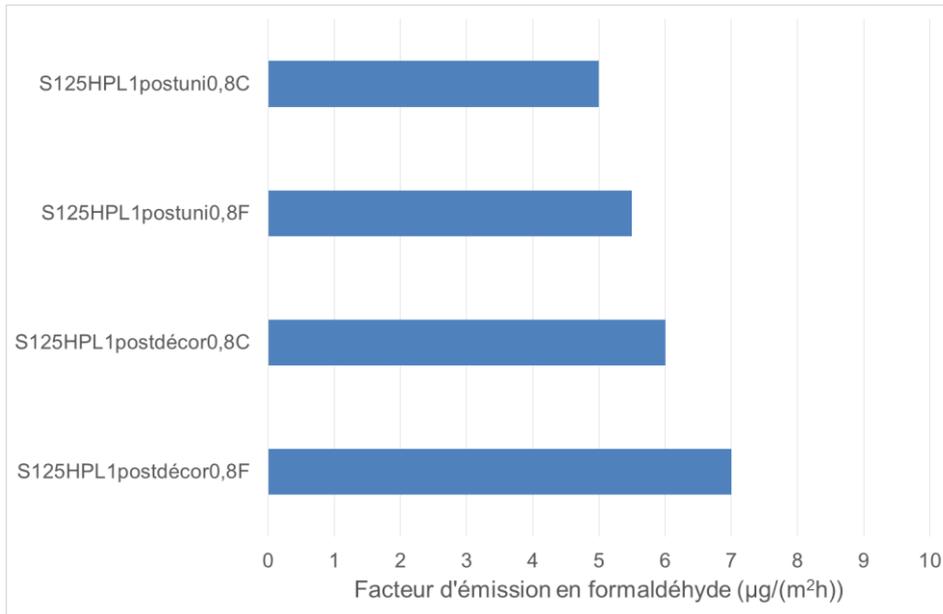
- Facteur d'émission de 6,5  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$  après 14 jours de conditionnement en chambre de test pour le HPL standard 0,8 mm uni (HPL1stduni0,8)
- Facteur d'émission, respectivement de 9,5 et 10,5  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$ , après 14 jours de conditionnement en chambre de test pour les panneaux stratifiés avec la même épaisseur de revêtement (S221HPL4stddécor0,8, S325HPL1stduni0,8)



**Figure 36** : Influence du procédé de fabrication sur l'émission de formaldéhyde de panneaux stratifiés

Ces résultats indiquent que le stratifié peut émettre du formaldéhyde, de par sa composition et son procédé de fabrication. Par contre, le revêtement entraîne un effet barrière significatif au formaldéhyde émis par le support (panneau de particules).

Le procédé de collage (à température ambiante « F » et à chaud « C ») a aussi été étudié sur des stratifiés postformés papier décor et uni (collage sur le support brut 25 mm). Les résultats ne mettent pas en évidence de différences significatives selon le procédé de collage (Figure 37).



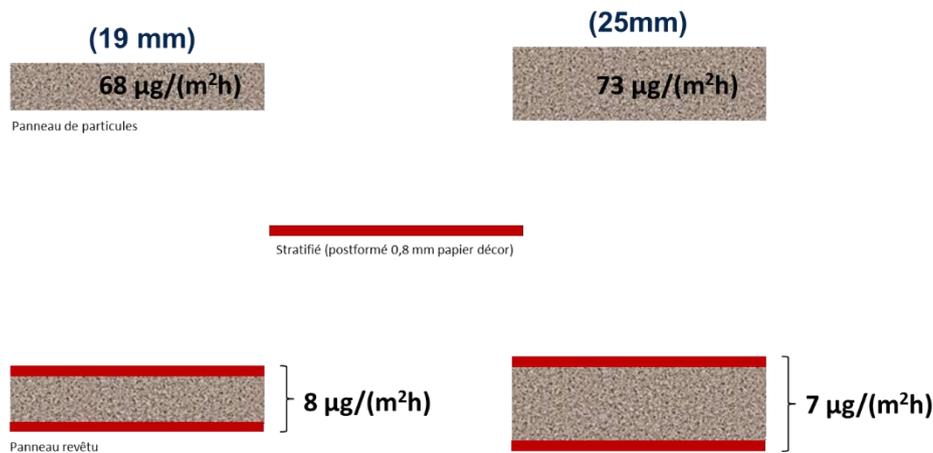
**Figure 37 :** Influence du procédé de collage du stratifié sur l'émission de formaldéhyde de panneaux stratifiés

- Effet barrière du revêtement

Des panneaux stratifiés ont été fabriqués à partir du même support brut (panneau de particules 19 et 25 mm, fabricant F1) :

- Le support brut 19 mm (F1brut19) a été collé à chaud sur les deux faces avec un stratifié postformé décor 0,8 mm (HPL1postdécor0,8) : panneau stratifié S119HPL1postdécor0,8C
- Le support brut 25 mm (F1brut25) a été collé à température ambiante sur les deux faces avec un stratifié postformé papier décor 0,8 mm (HPL1postdécor0,8) : panneau stratifié S125HPL1postdécor0,8F

Le schéma suivant reprend les facteurs d'émission des supports bruts et des panneaux stratifiés (figure 38).



**Figure 38 :** Effet barrière du stratifié sur l'émission de formaldéhyde de panneaux stratifiés

## 6. Conclusion

### 6.1. Synthèse

Les principales conclusions de cette étude sont :

- Plusieurs paramètres ne semblent pas influencer les résultats d'émissions de formaldéhyde :
  - L'épaisseur du panneau
  - Le grammage du papier stratifié ou mélaminé
  - Le type de décor (uni ou décor bois)
- La présence d'un revêtement papier type mélaminé ou stratifié conduit à un facteur de réduction significatif (jusqu'à 95%) des émissions de formaldéhyde, pour des supports bruts (panneaux de particules) présentant des émissions comprises entre 37 et 73  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$ .
- Les propriétés mécaniques en flexion des panneaux PPSM sont améliorées d'environ 15% en module d'élasticité et d'environ 5 à 9% en module de rupture par rapport aux panneaux bruts.
- L'ensemble des travaux et des essais réalisés a montré, que pour un usage en ameublement, il est possible d'obtenir des produits stratifiés, stratifiés collés et PPSM présentant des caractéristiques satisfaisantes en matière de :
  - Emissions de formaldéhyde pour atteindre un classement A+ (en scénario mur)
  - Résistance à l'abrasion, tenue lumière et résistance au choc à l'impact bille.

Les paramètres du process qui ont été étudiés n'ont pas mis en évidence d'influence du procédé de fabrication sur les résultats finaux obtenus.

Des différences ont été mesurées entre produits, liées aux fabricants de panneaux de particules ou de revêtement.

Les résultats de cette étude sont limités à l'échantillonnage évalué, et ne peuvent être généralisés à l'ensemble des composants panneaux et revêtement disponibles sur le marché. En particulier, seuls des supports bruts (panneaux de particules) à bas taux de formol ont été étudiés au cours de cette étude.

Il appartient donc au fabricant de meuble, de demander les caractéristiques des composants achetés. Il relève de sa responsabilité d'apporter la preuve de l'aptitude à l'usage de son mobilier.

### 6.2. Perspectives

Par rapport aux preuves qui peuvent être exigées dans le cadre d'une certification ou d'une marque de qualité, les résultats permettent d'envisager des simplifications. Une simplification pourrait être de réduire l'échantillonnage (nombre de décors, gamme d'épaisseurs...).

L'étude a été conduite sur un échantillonnage composé de papier mélaminés et stratifiés. Elle pourrait être complétée à d'autres types de revêtements présents dans l'ameublement, en particulier les papiers dits « finish foil » et les finitions type laquées.

## 7. Annexes

| Code Fabricant | Code décor | Epaisseur | Code grammage | Code Durée pressage | Code panneau             | Résistance à la rupture (N/mm <sup>2</sup> ) | Module d'élasticité (N/mm <sup>2</sup> ) |
|----------------|------------|-----------|---------------|---------------------|--------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|
| F2             | brut       | 25mm      |               |                     | F2brut25mm               | 10,3                                         | 2313                                     |
| F2             | décor      | 25mm      | faible        | 40s                 | F2décor25mmfaible40s     | 11,9                                         | 2708                                     |
| F2             | uni blanc  | 25mm      | faible        | 20s                 | F2uni blanc25mmfaible20s | 12                                           | 2757                                     |
| F2             | uni blanc  | 25mm      | fort          | 20s                 | F2uni blanc25mmfort20s   | 11,4                                         | 2766                                     |
| F2             | brut       | 19mm      |               |                     | F2brut19mm               | 11,9                                         | 2581                                     |
| F2             | décor      | 19mm      | faible        | 40s                 | F2décor19mmfaible40s     | 13,3                                         | 2910                                     |
| F2             | décor      | 19mm      | faible        | 50s                 | F2décor19mmfaible50s     | 13,6                                         | 2942                                     |
| F2             | uni blanc  | 19mm      | faible        | 30s                 | F2uni blanc19mmfaible30s | 13,4                                         | 2955                                     |
| F2             | uni blanc  | 19mm      | faible        | 20s                 | F2uni blanc19mmfaible20s | 14,1                                         | 3001                                     |
| F2             | uni blanc  | 19mm      | fort          | 30s                 | F2uni blanc19mmfort30s   | 13,5                                         | 3063                                     |
| F2             | uni blanc  | 19mm      | fort          | 20s                 | F2uni blanc19mmfort20s   | 14,3                                         | 3093                                     |
| F1             | brut       | 19mm      |               |                     | F1brut19mm               | 13,9                                         | 2617                                     |
| F1             | décor      | 19mm      | faible        | 20s                 | F1décor19mmfaible20s     | 15,8                                         | 3098                                     |
| F1             | uni blanc  | 19mm      | faible        | 30s                 | F1uni blanc19mmfaible30s | 14,7                                         | 2925                                     |
| F1             | uni blanc  | 19mm      | faible        | 20s                 | F1uni blanc19mmfaible20s | 14,7                                         | 3025                                     |
| F1             | uni blanc  | 19mm      | fort          | 30s                 | F1uni blanc19mmfort30s   | 14,7                                         | 3057                                     |
| F1             | uni blanc  | 19mm      | fort          | 20s                 | F1uni blanc19mmfort20s   | 14,2                                         | 3073                                     |
| F1             | décor      | 19mm      | fort          | 30s                 | F1décor19mmfort30s       | 14,9                                         | 2976                                     |
| F3             | uni blanc  | 19mm      | faible        | 30s                 | F3uni blanc19mmfaible30s | 14,2                                         | 3046                                     |
| F3             | uni blanc  | 19mm      | faible        | 20s                 | F3uni blanc19mmfaible20s | 14,5                                         | 2817                                     |
| F3             | décor      | 19mm      | faible        | 30s                 | F3décor19mmfaible30s     | 14,9                                         | 2991                                     |
| F3             | décor      | 19mm      | faible        | 20s                 | F3décor19mmfaible20s     | 14,9                                         | 3030                                     |
| F3             | uni blanc  | 19mm      | fort          | 20s                 | F3uni blanc19mmfort20s   | 14,2                                         | 3032                                     |
| F3             | uni blanc  | 19mm      | fort          | 30s                 | F3uni blanc19mmfort30s   | 13,6                                         | 3068                                     |

**Tableau 11 : Résultats d'essais détaillés selon EN 310**

| Code panneau          | SER formaldéhyde µg/<br>(m <sup>2</sup> h) |
|-----------------------|--------------------------------------------|
| F2brut25              | 73                                         |
| F2décor25faiblestd    | 4,4                                        |
| F2uni25faiblestd      | 3,4                                        |
| F2uni25fortstd        | 3,6                                        |
| F2brut19              | 68                                         |
| F2décor19faiblestd    | 4,4                                        |
| F2décor19faiblestd+10 | 5,0                                        |
| F2uni19faiblestd+10   | 3,9                                        |
| F2uni19faiblestd      | 2,9                                        |
| F2uni19faiblestdR     | 3,3                                        |
| F2uni19fortstd+10     | 4,9                                        |
| F2uni19fortstd        | 3,6                                        |
| F2uni19fortstdR       | 4,0                                        |
| F1brut19              | 37                                         |
| F1décor19faiblestd    | 3,4                                        |
| F1uni19faiblestd+10   | 2,6                                        |
| F1uni19faiblestd      | 2,7                                        |
| F1uni19fortstd+10     | 4,7                                        |
| F1uni19fortstd        | 2,7                                        |
| F1uni19fortstdR       | 2,9                                        |
| F1décor19fortstd      | 4,2                                        |
| F3uni19faiblestd+10   | 2,8                                        |
| F3uni19faiblestd      | 2,2                                        |
| F3décor19faiblestd+10 | 4,2                                        |
| F3décor19faiblestd    | 3,2                                        |
| F3uni19fortstd        | 2,3                                        |
| F3uni19fortstdR       | 2,2                                        |
| F3uni19fortstd+10     | 3,1                                        |
| F4uni19faiblestd      | 8,5                                        |
| F4décor19faiblestd    | 6,5                                        |

Tableau 12 : Résultats d'essais détaillés émission PPSM

**Exemple codification :** S125HPL1postdecor0, 8F

S1 : fabricant de support N°1

25 : épaisseur support 25 mm

HPL1 : fabricant de HPL N°1

post : stratifié postformé

Décor : papier décor

0,8 : épaisseur stratifié 0,8 mm

F : pressage à température ambiante

**Autres codifications :**

Uni : papier uni

Std : standard

C : pressage à chaud

| Code panneau               | SER formaldéhyde µg/<br>(m <sup>2</sup> h) |
|----------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Stratifiés seuls</b>    |                                            |
| HPL1postuni0, 8            | 11,5                                       |
| HPL1postdecor0, 8          | 10,5                                       |
| HPL1stduni0, 8             | 6,5                                        |
| HPL2postuni0, 8            | 5,5                                        |
| HPL3postuni0, 8            | 6,0                                        |
| <b>Panneaux stratifiés</b> |                                            |
| S125HPL1postdecor0, 8F     | 7,0                                        |
| S125HPL1postuni0, 8F       | 5,5                                        |
| S125HPL1postuni0, 8C       | 5,0                                        |
| S125HPL1postdecor0, 8C     | 6,0                                        |
| S119HPL1postuni0, 8C       | 5,5                                        |
| S119HPL1postdecor0, 8C     | 8,0                                        |
| S221HPL4stddecor0, 8       | 9,5                                        |
| S325HPL1stddecor0, 6       | 11,0                                       |
| S330HPL1stddecor0, 6       | 12,5                                       |
| S325HPL1stduni0, 8         | 10,5                                       |

**Tableau 13 : Résultats d'essais détaillés émission sur stratifié seul et panneau stratifié**