



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

Etude « COV Naturels Contreplaqués »

Mesure des émissions de COV naturels et de formaldéhyde par les contreplaqués

Synthèse des résultats des campagnes d'essai
2011 et 2012

Christophe YRIEIX

Laboratoire de chimie-écotoxicologie

31/01/2013

Référence du rapport : 402/11/2719R/1à15

Siège social

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

Laboratoire de chimie-écotoxicologie

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

www.fcba.fr

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

Avec le soutien de :



SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION.....	3
2.	PLAN EXPERIMENTAL	3
3.	DESCRIPTION DES ELEMENTS D'ESSAI	5
4.	DESCRIPTION DES ESSAIS	7
	4.1 Principe de l'essai.....	7
	4.2 Préparation des éprouvettes d'essai	7
	4.3 Déroulement de l'essai	12
5.	RESULTATS	13
	5.1 Expression de résultats	13
	5.2 Echantillon 11/2719R/1	14
	5.3 Echantillon 11/2719R/2	15
	5.4 Echantillon 11/2719R/3	15
	5.5 Echantillon 11/2719R/4	16
	5.6 Echantillon 11/2719R/5	16
	5.7 Echantillon 11/2719R/6	17
	5.8 Echantillon 11/2719R/7	17
	5.9 Echantillon 11/2719R/8	18
	5.10 Echantillon 11/2719R/9	18
	5.11 Echantillon 11/2719R/10	19
	5.12 Echantillon 10/2705R/2	19
	5.13 Echantillon 10/2705R/3	19
	5.14 Echantillon 10/2719R/11	20
	5.15 Echantillon 10/2719R/12	20
	5.16 Echantillon 10/2719R/13	21
	5.17 Echantillon 10/2719R/14	21
	5.18 Echantillon 10/2719R/15	22
6.	DISCUSSION	22
	6.1 Composés identifiés	22
	6.2 Influence de l'essence	24
	6.3 Influence de l'épaisseur du panneau	25
	6.4 Influence de la face	26
	6.5 Influence de la nature du pli interne	26
	6.6 Influence du rainurage	27
	6.7 Influence de l'ignifugation	28
	6.8 Comparaison avec l'étiquetage obligatoire des produits de construction	28
7.	CONCLUSIONS DE L'ETUDE	34

1. INTRODUCTION

Ce rapport synthétise les résultats d'essais obtenus dans le cadre de l'étude « COV naturels contreplaqués », suite à des campagnes de prélèvement réalisées en 2011 et 2012 dans 6 unités de production françaises de contreplaqués.

Cette étude fait suite à un manque de données sur les émissions en polluants volatils des contreplaqués fabriqués en France, quand les industriels doivent répondre à la parution du décret relatif à l'étiquetage obligatoire des produits de construction et de décoration sur leurs émissions de polluants volatils (décret n° 2011-321 du 23 mars 2011).

En effet, les seules données d'émission en composés volatils des panneaux de contreplaqués se résument à la mesure du dégagement de formaldéhyde dans le cadre de la mise en conformité au marquage CE (norme NF EN 13986).

Pourtant, les contreplaqués sont susceptibles d'émettre d'autres composés volatils que le formaldéhyde. En particulier, les composés naturels du bois peuvent former la grande majorité des émissions de COV des essences de bois rentrant dans la composition de ces panneaux (émissions de monoterpènes par les essences résineuses, émissions d'aldéhydes et d'acides carboxyliques par tout type d'essences).

D'autre part, l'arrêté d'application relatif à l'étiquetage obligatoire des produits de construction et de décoration (arrêté du 19 avril 2011) spécifie d'évaluer le produit en appliquant la série de normes ISO 16000, et non par les normes définies pour le contrôle de production des panneaux à base de bois.

Dans la perspective de fournir aux fabricants de contreplaqués un premier ordre de grandeur sur les émissions de COV et de formaldéhyde par leurs produits, une étude a donc été lancée en 2011. Elle s'est fixée 2 objectifs principaux :

- connaître les paramètres pouvant influencer les émissions de formaldéhyde et de COV par les contreplaqués (nature de la colle, nombre de plis, épaisseur du panneau, nature et épaisseur du placage, influence de l'ignifugation et du rainurage)
- situer la gamme complète de contreplaqués fabriqués en France selon l'arrêté du 19 avril 2011 afin d'aider les industriels dans la mise en place de ce futur étiquetage réglementaire

2. PLAN EXPERIMENTAL

La première phase de l'étude a consisté à définir un plan expérimental faisant varier les principaux paramètres d'influence des émissions de formaldéhyde par les panneaux de contreplaqués. Il a été décidé de faire varier les paramètres suivants :

- Nature de l'essence : okoumé, pin maritime (PM), peuplier
- Nature de la colle : phénolique (PH), MUF, UF
- Epaisseur du panneau : 9, 15 et 27 mm (comparaison à partir d'un panneau PH 100 % PM)
- Fabricant : comparaisons sur des panneaux PH 100 % PM et PH tout okoumé
- Epaisseur de la face : 11/10e, 13/10e et 16/10e (comparaison à partir d'un panneau MUF tout okoumé)
- Influence du pli intérieur : comparaison sur des panneaux PH et MUF (placage et âme en okoumé, plis internes en peuplier)
- Influence du rainurage : comparaison d'un panneau PH 100 % PM rainuré et non rainuré (issus du même lot)
- Influence du produit d'ignifugation : essais sur un panneau PH 100 % PM et sur un panneau MUF tout peuplier

Les panneaux ont été prélevés par FCBA sur 2 périodes auprès de 5 industriels représentatifs des fabricants de contreplaqués français : Allin, Drouin, Joubert (usines de Saint Jean d'Angély et des Eliots), RoIPin, Thebault (usines de Solférino et de Magné) :

- Première campagne d'essai réalisée entre mai et octobre 2011
- Seconde campagne d'essai réalisée entre mars et août 2012

Les résultats de la première campagne d'essai ont fait l'objet d'un précédent rapport (Rapport N°02/11/2719R/1à10 du 30/04/2012).

Les caractéristiques détaillées des panneaux prélevés sont décrites dans le tableau 1 :

Origine	Date prélèvement	Date fabrication	Nombre plis	Epaisseur panneau	Essence	Epaisseur face avant ponçage	Colle	Ponçage
Fabricant 1	15/06/2011	14/06/2011	5	15 mm	pin maritime	31/10e	PH	80 (par FCBA)
Fabricant 1	15/06/2011	03/06/2011	3	9 mm	pin maritime	31/10e	PH	80 (par FCBA)
Fabricant 1	15/06/2011	07/06/2011	9	27 mm	pin maritime	31/10e	PH	80 (par FCBA)
Fabricant 2	15/06/2011	14/06/2011	7	15 mm	pin maritime	24/10e	PH	80 (par FCBA)
Fabricant 2	8/03/2012	non précisée	5	10 mm	pin maritime	24/10e non rainuré 24/10e rainuré largeur 4 mm prof. 5 mm entraxe 75 mm	PH	non précisé
Fabricant 2	30/08/2012	26/07/2012	5	10 mm	pin maritime	24/10e ignifugé M1	PH	non précisé
Fabricant 3	26/10/2011	17/10/2011	9	18 mm	peuplier/ okoumé	15/10e	MUF	80+100
Fabricant 3	26/10/2011	17/10/2011	9	18 mm	peuplier	15/10e	MUF	80+100
Fabricant 3	26/10/2011	20/10/2011	7	15 mm	peuplier	13/10e	UF	80+100
Fabricant 3	31/07/2012	non précisée	7	15 mm	peuplier	13/10e ignifugé M1	MUF	80+120
Fabricant 4	27/10/2011	26/10/2011	7	15 mm	okoumé	13/10e	PH	120
Fabricant 5	27/10/2011	24/10/2011	9	18 mm	okoumé	11/10e	MUF	80+150
Fabricant 5	27/10/2011	24/10/2011	9	18 mm	okoumé	16/10e	MUF	80+150
Fabricant 6*	10/05/2010	non précisée	7	15 mm	okoumé	13/10e	PH	60->180
Fabricant 6*	30/06/2010	25/06/2010	9	19 mm	okoumé	13/10e	MUF	non précisé
Fabricant 6	14/03/2012	13/03/2012	9	18 mm	peuplier/ okoumé	13/10e	PH	60->150

(*) Résultats obtenus dans le cadre de l'étude Codifab « RRT COV Contreplaqués »

Tableau 1 : Caractéristiques techniques des panneaux de contreplaqués prélevés

La seconde phase de l'étude a consisté à mesurer le dégagement de composés volatils à partir des échantillons de contreplaqués selon la norme de conditionnement en chambre d'essai d'émission définie dans l'arrêté du 19 avril 2011 :

- **NF EN ISO 16000-9 : 2006** : Air intérieur – Partie 9 : Dosage de l'émission de composés organiques volatils des produits de construction et d'objets d'équipement – Méthode de la chambre d'essai d'émission

Deux types d'analyse ont été réalisés après 28 jours de conditionnement des échantillons de contreplaqués en chambre d'essai d'émission :

- Prélèvement sur tube Tenax TA de l'air de la chambre d'essai d'émission et analyse des COV par TD/GC/MS/FID selon les conditions de la norme **NF ISO 16000-6 : 2005**
- Prélèvement sur cartouche de gel de silice imprégné de DNPH (2,4-dinitrophénylhydrazine) de l'air de la chambre d'essai d'émission et analyse des composés carbonyles de faible poids moléculaire par HPLC/UV selon les conditions de la norme **NF ISO 16000-3 : 2002**

Les substances volatiles suivantes ont été systématiquement recherchées :

- Formaldéhyde (numéro CAS 50-00-0)
- Acétaldéhyde (numéro CAS 75-07-0)
- Toluène (numéro CAS 108-88-3)
- Tétrachloroéthylène (numéro CAS 127-18-4)
- Xylènes (numéro CAS 1330-20-7)
- 1,2,4-Triméthylbenzène (numéro CAS 95-63-6)
- 1,4-Dichlorobenzène (numéro CAS 106-46-7)
- Éthylbenzène (numéro CAS 100-41-4)
- 2-Butoxyéthanol (numéro CAS 111-76-2)
- Styrène (numéro CAS 100-42-5)
- Composés organiques volatils totaux (COVT)

Elles sont tirées de l'arrêté du 19 avril 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.

Parmi les autres substances volatiles recherchées, 2 composés ont été retenus comme traceurs :

- Alpha-pinène (numéro CAS 80-56-8) : traceur des essences résineuses
- Hexanal (numéro CAS 66-25-1) : traceur des essences feuillues

Les monoterpènes sont naturellement présents dans les essences résineuses comme le pin maritime. Ils constituent la grande partie des composés volatils émis lors de l'essai d'émission du panneau. Le composé majoritaire reste l'alpha-pinène. De son côté, l'hexanal est un composé naturel majoritaire du bois, présent autant dans les essences résineuses que feuillues. Il est cité comme un produit de dégradation lié à l'oxydation des acides gras insaturés du bois par l'air.

3. DESCRIPTION DES ELEMENTS D'ESSAI

Pour chaque type de contreplaqué, 6 à 8 échantillons ont été découpés dans la partie centrale du panneau.

Juste après découpe, chaque échantillon a été emballé séparément et de façon hermétique à l'air et aux UV dans du film aluminium et du film plastique épais, tel que décrit dans la norme **NF EN ISO 16000-11 : 2006**.

A leur réception au laboratoire de chimie-écotoxicologie de FCBA, les échantillons ont été stockés tels quels en chambre climatisée à $20 \pm 2^\circ\text{C}$, jusqu'à la date de préparation avant essai.

La référence et le suivi de chaque série d'échantillons sont repris dans le tableau 2.

Type de contreplaqué	Référence laboratoire	Date de réception	Date de début d'essai		Date de fin d'essai
			Préparation éprouvette	Mise en chambre	
100 % PM, collage PH, 5 plis, placage 31/10 ^e , Fabricant 1. Dimension : 500 x 170 x 15 mm.	11/2719R/1	15/06/2011	07/10/2011 10h50-11h15	07/10/2011 11h20	04/11/2011
100 % PM, collage PH, 3 plis, placage 31/10 ^e , Fabricant 1. Dimension : 500 x 170 x 9 mm	11/2719R/2	15/06/2011	07/10/2011 10h50-12h00	07/10/2011 12h00	04/11/2011
100 % PM, collage PH, 9 plis, placage 31/10 ^e , Fabricant 1. Dimension : 500 x 170 x 27 mm	11/2719R/3	15/06/2011	28/10/2011 9h20-9h55	28/10/2011 10h25	25/11/2011
100 % PM, collage PH, 7 plis, placage 24/10 ^e , Fabricant 2. Dimension : 500 x 170 x 15 mm	11/2719R/4	15/06/2011	28/10/2011 9h20-10h20	28/10/2011 10h25	25/11/2011
Peuplier/Okoumé, collage MUF, 9 plis, placage 15/10 ^e , Fabricant 3. Dimension : 500 x 180 x 18 mm	11/2719R/5	26/10/2011	03/11/2011 10h45-11h15	03/11/2011 11h20	01/12/2011
Peuplier, collage MUF, 9 plis, placage 15/10 ^e , Fabricant 3. Dimension : 500 x 180 x 18 mm	11/2719R/6	26/10/2011	03/11/2011 11h00-11h25	03/11/2011 11h30	01/12/2011
Peuplier, collage UF, 7 plis, placage 13/10 ^e , Fabricant 3. Dimension : 500 x 180 x 15 mm	11/2719R/7	26/10/2011	03/11/2011 10h45-11h40	03/11/2011 12h10	01/12/2011
Okoumé, collage PH, 7 plis, placage 13/10 ^e , Fabricant 4. Dimension : 500 x 180 x 15 mm	11/2719R/8	27/10/2011	03/11/2011 11h55-12h15	03/11/2011 12h15	01/12/2011
Okoumé, collage MUF, 9 plis, placage 11/10 ^e , Fabricant 5. Dimension : 500 x 180 x 18 mm	11/2719R/9	27/10/2011	18/11/2011 14h05-14h30	18/11/2011 14h35	16/12/2011
Okoumé, collage MUF, 9 plis, placage 16/10 ^e , Fabricant 5. Dimension : 500 x 180 x 18 mm	11/2719R/10	27/10/2011	18/11/2011 14h05-14h30	18/11/2011 14h35	16/12/2011
Okoumé, collage PH, 7 plis, placage 13/10 ^e , Fabricant 6. Dimension : 500 x 190 x 15 mm	10/2705R/2	Essai réalisé dans le cadre de l'étude Codifab « RRT COV Contreplaqués »			
Okoumé, collage MUF, 9 plis, placage 13/10 ^e , Fabricant 6. Dimension : 500 x 190 x 19 mm	10/2705R/3	Essai réalisé dans le cadre de l'étude Codifab « RRT COV Contreplaqués »			
100 % PM, collage PH, 5 plis, placage 24/10 ^e , panneau rainuré, Fabricant 2. Dimension : 500 x 250 x 10 mm	11/2719R/11	08/03/2012	Essais sous traités dans un laboratoire accrédité ISO 17025	02/04/2012	30/04/12
100 % PM, collage PH, 5 plis, placage 24/10 ^e , Fabricant 2. Dimension : 500 x 250 x 10 mm	11/2719R/12	08/03/2012		03/04/2012	30/04/2012 et 02/05/2012
Peuplier/Okoumé, collage PH, 9 plis, placage 13/10 ^e , Fabricant 6. Dimension : 500 x 250 x 18 mm	11/2719R/13	14/03/2012		02/04/2012	30/04/12
Peuplier, collage MUF, 7 plis, placage 13/10 ^e , ignifugé, Fabricant 3. Dimension : 500 x 250 x 10 mm	11/2719R/14	31/07/2012		10/09/2012	08/10/2012
100 % PM, collage PH, 5 plis, placage 24/10 ^e , ignifugé, Fabricant 2. Dimension : 500 x 250 x 10 mm	11/2719R/15	30/08/2012		10/09/2012	08/10/2012

(PM : pin maritime ; PH : phénolique)

Tableau 2 : Suivi général des échantillons

4. DESCRIPTION DES ESSAIS

4.1 Principe de l'essai

La norme NF EN ISO 16000-9 spécifie une méthode générale d'essai en laboratoire permettant de déterminer le facteur d'émission spécifique par unité de surface, de composés organiques volatils (COV) provenant des produits de construction nouvellement fabriqués ou d'objets d'équipement, dans des conditions climatiques définies. La méthode peut être également appliquée aux produits qui ont vieilli.

L'essai est effectué dans une chambre d'essai d'émission dans des conditions constantes de température (23 ± 2 °C), d'humidité relative (50 ± 5 %) et de débit d'air spécifique par unité de surface (rapport entre le débit d'air soufflé et la surface totale des éprouvettes d'essai placées dans la chambre d'essai d'émission).

L'air de la chambre d'essai d'émission est complètement brassé et les mesurages de la concentration de COV dans l'air de sortie sont représentatifs de l'air dans la chambre d'essai d'émission.

Lorsque l'on connaît la concentration de COV dans l'air à un moment donné, le débit d'air dans la chambre d'essai d'émission et la surface de l'éprouvette d'essai, il est possible de déterminer les facteurs d'émission spécifiques par unité de surface, de COV provenant des produits soumis à essai.

Le facteur d'émission spécifique de COV par unité de surface est exprimé en microgrammes par mètre carré et par heure ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$) à partir de la concentration de COV dans l'air (en microgrammes par mètre cube d'air ou $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) et du taux de ventilation spécifique par unité de surface dans la chambre (en mètres cubes par mètre carré et par heure ou $\text{m}^3\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$).

4.2 Préparation des éprouvettes d'essai

Des éprouvettes d'essai ont été préparées à partir des échantillons reçus au laboratoire de chimie-écotoxicologie de FCBA (photos 1 à 15). Pour chaque éprouvette, seule une face est mise au contact avec l'air de la chambre d'essai d'émission.

Pour chaque échantillon, les paramètres d'essai sont décrits dans les tableaux 3 et 5.

	Paramètres d'essai	Unités
Nombre d'éprouvettes d'essai	3	-
Dimension des éprouvettes d'essai	500 x 115 mm	m
Surface éprouvette d'essai (S)	0,17	m^2
Volume chambre d'essai (V)	0,0509	m^3
Taux de renouvellement d'air (n)	1,7	h^{-1}
Taux de charge essai ($L = S/V$)	3,39	$\text{m}^2\cdot\text{m}^{-3}$
Taux de ventilation spécifique ($q_{\text{essai}} = n/L$)	0,5	$\text{m}^3\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$

Tableau 3 : Paramètres d'essai en chambre d'émission pour les échantillons 11/2719R/1 à 11/2719R/4

	Paramètres d'essai	Unités
Nombre d'éprouvettes d'essai	2	-
Dimension des éprouvettes d'essai	500 x 180 mm	m
Surface éprouvette d'essai (S)	0,18	m ²
Volume chambre d'essai (V)	0,0509	m ³
Taux de renouvellement d'air (n)	1,66	h ⁻¹
Taux de charge essai (L = S/V)	3,54	m ² .m ⁻³
Taux de ventilation spécifique (q _{essai} = n/L)	0,47	m ³ .m ⁻² .h ⁻¹

Tableau 4 : Paramètres d'essai en chambre d'émission pour les échantillons 11/2719R/5 à 11/2719R/10

	Paramètres d'essai	Unités
Nombre d'éprouvettes d'essai	8	-
Dimension des éprouvettes d'essai	500 x 250 mm	m
Surface éprouvette d'essai (S)	1,0	m ²
Volume chambre d'essai (V)	1,0	m ³
Taux de renouvellement d'air (n)	0,5	h ⁻¹
Taux de charge essai (L = S/V)	1	m ² .m ⁻³
Débit d'air spécifique (q _{essai} = n/L)	0,5	m ³ .m ⁻² .h ⁻¹

Tableau 5 : Paramètres d'essai en chambre d'émission pour les échantillons 11/2719R/11 à 11/2719R/15



Photo 1 : Echantillon 11/2719R/1 en chambre d'essai d'émission



Photo 2 : Echantillon 11/2719R/2 en chambre d'essai d'émission



Photo 3 : Echantillon 11/2719R/3 en chambre d'essai d'émission



Photo 4 : Echantillon 11/2719R/4 en chambre d'essai d'émission

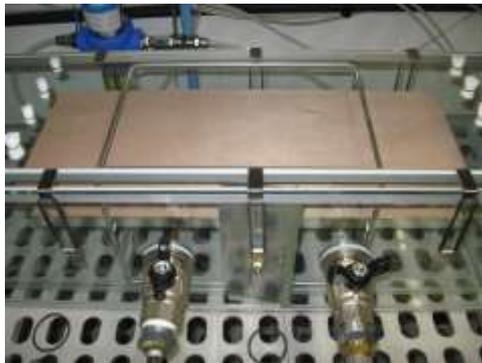


Photo 5 : Echantillon 11/2719R/5 en chambre d'essai d'émission



Photo 6 : Echantillon 11/2719R/6 en chambre d'essai d'émission



Photo 7 : Echantillon 11/2719R/7 en chambre d'essai d'émission



Photo 8 : Echantillon 11/2719R/8 en chambre d'essai d'émission



Photo 9 : Echantillon 11/2719R/9 en chambre d'essai d'émission



Photo 10 : Echantillon 11/2719R/10 en chambre d'essai d'émission



Photo 11 : Echantillon 11/2719R/11 en chambre d'essai d'émission



Photo 12 : Echantillon 11/2719R/12 en chambre d'essai d'émission



Photo 13 : Echantillon 11/2719R/13 en chambre d'essai d'émission



Photo 14 : Echantillon 11/2719R/14 en chambre d'essai d'émission



Photo 15 : Echantillon 11/2719R/15 en chambre d'essai d'émission

4.3 Déroulement de l'essai

4.3.1 Lancement de l'essai

L'introduction des éprouvettes d'essai dans la chambre correspond au début (T_0) de l'essai d'émission.

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 $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$.

Durant toute la durée de l'essai, la température et l'humidité relative sont mesurées.

4.3.2 Prélèvement de l'air de la chambre

L'air de la chambre d'essai d'émission a été prélevé après 28 ± 2 jours de conditionnement à $23 \pm 2^\circ\text{C}$ et $50 \pm 5\%$ d'humidité relative.

Les composés volatils ont été prélevés par échantillonnage actif (pompage) de l'air sur un système spécifique.

Différents types de prélèvement d'air ont été réalisés :

- sur adsorbant Tenax TA selon les conditions de la norme NF ISO 16000-6 : 2005 pour la mesure des COV
- sur cartouche DNPH selon les conditions de la norme NF ISO 16000-3 : 2002 pour la mesure des composés carbonylés de faible poids moléculaire (formaldéhyde, acétaldéhyde)

4.3.3 Méthodes de mesure

- Analyse des COV par TD/GC/MS/FID

Les substances volatiles sont analysées par désorption thermique (TD), chromatographie en phase gazeuse (GC), identification par spectrométrie de masse (MS) et quantification par ionisation de flamme (FID) ou par spectrométrie de masse (MS) selon la norme NF ISO 16000-6.

La concentration totale en COV (COVT) est fournie comme la somme des concentrations de tous les composés quantifiables. Cette valeur en COVT correspond aux composés élués sur une colonne de chromatographie gazeuse apolaire (méthylsilicone avec 5 % de phénylsilicone), dans une gamme de temps de rétention comprise entre le n-hexane et le n-hexadécane (inclus).

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

- Analyse du formaldéhyde et de l'acétaldéhyde par HPLC/UV

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

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

5. RESULTATS

5.1 Expression de 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)

q : taux de ventilation spécifique au moment de l'essai

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

Légende :

ND : non détecté

NQ : détecté mais non quantifié (limite expérimentale de 1 µg/m².h)

COVT : concentration en COV Totaux

ALD : aldéhydes de faible poids moléculaire

TE : résultats exprimés en équivalent toluène

Σ : somme des concentrations individuelles

spécifique : étalonnage selon le facteur de réponse du composé

5.2 Echantillon 11/2719R/1

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	466,5	TE
toluène	108-88-3	ND	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	55,0	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	239,5	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	7,5	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	9,5	spécifique

Tableau 6 : Facteurs d'émission spécifiques (µg/m².h) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/1 (100 % PM, collage PH, 5 plis, placage 31/10^e, épaisseur 15 mm, Fabricant 1)

5.3 Echantillon 11/2719R/2

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	163,5	TE
toluène	108-88-3	2,4	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	44,5	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	44,0	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	6,0	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	5,5	spécifique

Tableau 7 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/2 (100 % PM, collage PH, 3 plis, placage 31/10^e, épaisseur 9 mm, Fabricant 1)

5.4 Echantillon 11/2719R/3

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	341,5	TE
toluène	108-88-3	2,4 (*)	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	54,5	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	197,5	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	2,8	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	8,0	spécifique

(*) coélué avec le 1-pentanol (numéro CAS 71-41-0)

Tableau 8 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/3 (100 % PM, collage PH, 9 plis, placage 31/10^e, épaisseur 27 mm, Fabricant 1)

5.5 Echantillon 11/2719R/4

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	199,5	TE
toluène	108-88-3	1,4 (*)	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	27,0	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	112,0	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	3,9	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	4,6	spécifique

(*) coélué avec le 1-pentanol (numéro CAS 71-41-0)

Tableau 9 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/4 (100 % PM, collage PH, 7 plis, placage 24/10°, épaisseur 15 mm, Fabricant 2)

5.6 Echantillon 11/2719R/5

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	44,2	TE
toluène	108-88-3	ND	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	ND	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	ND	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	203	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	5,2	spécifique

Tableau 10 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/5 (Peuplier/Okoumé, collage MUF, 9 plis, placage 15/10°, épaisseur 18 mm, Fabricant 3)

5.7 Echantillon 11/2719R/6

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	63,9	TE
toluène	108-88-3	ND	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	1,4	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	ND	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	277,8	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	5,6	spécifique

Tableau 11 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/6 (Peuplier, collage MUF, 9 plis, placage $15/10^\circ$, épaisseur 18 mm, Fabricant 3)

5.8 Echantillon 11/2719R/7

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	48,4	TE
toluène	108-88-3	ND	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	6,6	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	ND	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	68,2	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	7,1	spécifique

Tableau 12 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/7 (Peuplier, collage UF, 7 plis, placage $13/10^\circ$, épaisseur 15 mm, Fabricant 3)

5.9 Echantillon 11/2719R/8

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	8,5	TE
toluène	108-88-3	ND	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	ND	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	ND	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	NQ < 1,1	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	4,9	spécifique

Tableau 13 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/8 (Okoumé, collage PH, 7 plis, placage $13/10^\circ$, épaisseur 15 mm, Fabricant 4)

5.10 Echantillon 11/2719R/9

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	24,9	TE
toluène	108-88-3	1,5	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	ND	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	ND	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	177,7	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	2,4	spécifique

Tableau 14 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/9 (Okoumé, collage MUF, 9 plis, placage $11/10^\circ$, épaisseur 18 mm, Fabricant 5)

5.11 Echantillon 11/2719R/10

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	33,4	TE
toluène	108-88-3	ND	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	ND	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	ND	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	217,6	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	2,3	spécifique

Tableau 15 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/10 (Okoumé, collage MUF, 9 plis, placage $16/10^\circ$, épaisseur 18 mm, Fabricant 5)

5.12 Echantillon 10/2705R/2

Composés	N° CAS	10 jours	Etalonnage
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	NQ < 1,1	spécifique

Tableau 16 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 10/2705R/2 (Okoumé, collage PH, 7 plis, placage $13/10^\circ$, épaisseur 15 mm, Fabricant 6)

5.13 Echantillon 10/2705R/3

Composés	N° CAS	10 jours	Etalonnage
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	65,5	spécifique

Tableau 17 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 10/2705R/3 (Okoumé, collage MUF, 9 plis, placage $13/10^\circ$, épaisseur 19 mm, Fabricant 6)

5.14 Echantillon 10/2719R/11

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	209	Σ
toluène	108-88-3	ND	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	9,0	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	9,5	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	2,9	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	6,5	spécifique

Tableau 18 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/11 (100 % PM, collage PH, 5 plis, placage 24/10^e, épaisseur 10 mm, panneau rainuré, Fabricant 2)

5.15 Echantillon 10/2719R/12

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	313	Σ
toluène	108-88-3	ND	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	34	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	35	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	3,0	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	8,0	spécifique

Tableau 19 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/12 (100 % PM, collage PH, 5 plis, placage 24/10^e, épaisseur 10 mm, panneau non rainuré, Fabricant 2)

5.16 Echantillon 10/2719R/13

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	28	Σ
toluène	108-88-3	ND	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	0,5	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	ND	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	< 1,0	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	1,6	spécifique

Tableau 20 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/13 (Combi okoumé/peuplier, collage PH, 9 plis, placage 13/10^e, épaisseur 18 mm, Fabricant 6)

5.17 Echantillon 10/2719R/14

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	197	Σ
toluène	108-88-3	ND	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	ND	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	ND	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	< 1,0	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	1,4	spécifique

Tableau 21 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/14 (Peuplier, collage MUF, 7 plis, placage 13/10^e, épaisseur 15 mm, panneau ignifugé, Fabricant 3)

5.18 Echantillon 10/2719R/15

Composés	N° CAS	28 jours	Etalonnage
COV (NF ISO 16000-6)			
COVT	-	416	Σ
toluène	108-88-3	ND	spécifique
tétrachloroéthylène	127-18-4	ND	spécifique
éthylbenzène	100-41-4	ND	spécifique
m-xylène	108-38-3	ND	spécifique
p-xylène	106-42-3	ND	spécifique
styrène	100-42-5	ND	spécifique
o-xylène	95-47-6	ND	spécifique
2-butoxyéthanol	111-76-2	ND	spécifique
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	ND	spécifique
1,4-dichlorobenzène	106-46-7	ND	spécifique
Composés traceurs			
hexanal	66-25-1	3,2	spécifique
alpha-pinène	80-56-8	12	spécifique
ALD (NF ISO 16000-3)			
formaldéhyde	50-00-0	< 1,0	spécifique
acétaldéhyde	108-62-3	3,6	spécifique

Tableau 22 : Facteurs d'émission spécifiques ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$) des substances volatiles recherchées après 28 jours en chambre d'essai d'émission sur l'échantillon 11/2719R/15 (100 % PM, collage PH, 5 plis, placage 24/10°, épaisseur 10 mm, panneau ignifugé, Fabricant 2)

6. DISCUSSION

Les résultats ont été discutés selon les 2 objectifs fixés par l'étude :

- mettre en évidence les paramètres pouvant influencer les émissions de formaldéhyde et de COV par les panneaux de contreplaqués
- comparer les résultats avec l'arrêté du 19 avril 2011 afin d'aider les industriels dans la mise en place de ce futur étiquetage réglementaire

6.1 Composés identifiés

Certains composés volatils listés dans l'arrêté du 19 avril 2011 n'ont jamais été détectés lors de ces essais d'émission : tétrachloroéthylène, xylènes (o, m, p), 1,2,4-triméthylbenzène, 1,4-dichlorobenzène, éthylbenzène, 2-butoxyéthanol, styrène.

Le toluène a quelquefois été mesuré (sur les échantillons référencés 11/2719R/2, 11/2719R/3, 11/2719R/4) mais toujours à de très faibles niveaux d'émission (facteur d'émission spécifique inférieur ou égal à $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$). Ce composé aromatique a donc toujours été détecté à l'état de traces.

L'acétaldéhyde a été détecté dans tous les échantillons testés, mais comme pour le toluène, les niveaux d'émission restent faibles (facteur d'émission spécifique compris entre 2,3 et $9,5 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$). Cet aldéhyde peut provenir de la colle mais il est parfois cité comme composé naturel du bois.

Parmi les « paramètres » à rechercher selon l'arrêté du 19 avril 2011, seuls le formaldéhyde et les COV totaux (COVT) risquent donc d'influencer l'interprétation des résultats. En effet, le formaldéhyde a été identifié dans tous les panneaux de contreplaqués non traités mais à des niveaux d'émission différents selon le type de colle :

- colle phénolique : facteur d'émission spécifique inférieur à 7,5 µg/m²h
- colle aminoplaste (MUF, UF) : facteur d'émission spécifique compris entre 65,5 et 277,8 µg/m²h

Les colles phénoliques contiennent du formaldéhyde mais la réaction de polycondensation de cette résine crée une structure peu sensible à l'hydrolyse, à l'inverse des colles aminoplastes. Les facteurs d'émission spécifiques mesurés sont donc très faibles, voire au niveau de l'émission naturelle de certains bois massifs (facteur d'émission spécifique inférieur à 1,1 µg/m²h pour les contreplaqués tout okoumé collage phénolique).

La mesure des COVT englobe tous les composés volatils émis et mesurés selon les conditions de la norme NF ISO 16000-6. Cet indice n'inclut donc pas les composés carbonylés de faible poids moléculaire mesurés selon la norme NF ISO 16000-3, comme le formaldéhyde et l'acétaldéhyde. Il reflète aussi bien les émissions de COV provenant des adjuvants que tous les composés naturels du bois susceptibles d'être émis.

En particulier, les COV naturels du bois peuvent être classés selon 2 grandes catégories :

- Les composés dits « extractibles » : ce sont les terpènes, COV spécifiques des essences résineuses, et plus particulièrement les monoterpènes

L'alpha-pinène sera le composé majoritaire, en particulier dans le pin sylvestre, le pin maritime et dans une moindre mesure l'épicéa.

- Les composés résultant de la dégradation thermique des macromolécules du bois telles que les hémicelluloses, la cellulose et la lignine

Cette dégradation peut entraîner la formation d'acides carboxyliques, d'alcools et de dérivés carbonylés (cétones, aldéhydes). Par exemple, l'hydrolyse partielle des hémicelluloses conduit à la formation d'une faible quantité de formaldéhyde.

Les émissions de ces COV existe autant chez les feuillus que chez les résineux mais les émissions sont plus significatives chez les feuillus. Par contre, les niveaux d'émission sont souvent 10 à 100 fois inférieurs à ceux des terpènes. Parmi ces composés, les acides carboxyliques (acide acétique, acide hexanoïque) et les aldéhydes (hexanal) sont les composés majoritaires.

Pour mettre en évidence la part prépondérante de composés naturels du bois dans les émissions des panneaux de contreplaqués, l'alpha-pinène et l'hexanal ont été systématiquement mesurés. L'idée était d'étudier la possibilité d'utiliser ces 2 composés comme traceurs des composés naturels du bois :

- Alpha-pinène comme traceur des essences résineuses
- Hexanal comme traceur des essences feuillues

Le résultat n'est pas concluant pour l'hexanal. En effet, l'hexanal n'a pas été détecté dans les contreplaqués tout okoumé et mixte (placage en okoumé et plis internes en peuplier). Les facteurs d'émission spécifique ne dépassent pas 6,6 µg/m²h dans les contreplaqués tout peuplier.

Seuls les contreplaqués 100 % pin maritime montrent des niveaux d'émission plus significatifs. En effet, les facteurs d'émission spécifique en hexanal sont compris entre 9 et 55 µg/m²h, sauf pour le contreplaqué ignifugé (3,2 µg/m²h). Le choix de l'hexanal ne semble donc pas pertinent pour évaluer la « charge » potentielle en COVT des essences feuillues. Une prochaine étude pourrait s'orienter vers un autre composé cité dans les émissions des essences feuillues, par exemple l'acide acétique.

De son côté, l'alpha-pinène a été systématiquement mesuré dans les contreplaqués 100 % pin maritime (facteurs d'émission spécifique compris entre 35 et 239,5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$). Le niveau d'émission le plus faible est retrouvé sur les contreplaqués de plus faible épaisseur (35 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ pour le contreplaqué 5 plis épaisseur 10 mm, puis 44 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ pour le contreplaqué 3 plis épaisseur 9 mm). Les panneaux rainuré et ignifugé ont montré les niveaux d'émission les plus faibles (respectivement 9,5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ et 12 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$).

Les ratios « SER COVT / SER alpha-pinène » varient entre 1,7 et 8,9. Toutefois, trop peu de données sont encore disponibles pour évaluer la « charge » potentielle en COVT du pin maritime à partir des seules émissions en alpha-pinène.

6.2 Influence de l'essence

Le premier paramètre d'influence étudié est la nature de l'essence. Les résultats ont été séparés selon le type de colle (Figure 1) :

- Collage MUF : comparaison entre des panneaux tout okoumé, tout peuplier ou mixte (okoumé / peuplier)
- Collage phénolique (PH) : comparaison entre un panneau 100 % pin maritime (PM), un panneau tout okoumé et un panneau mixte okoumé / peuplier

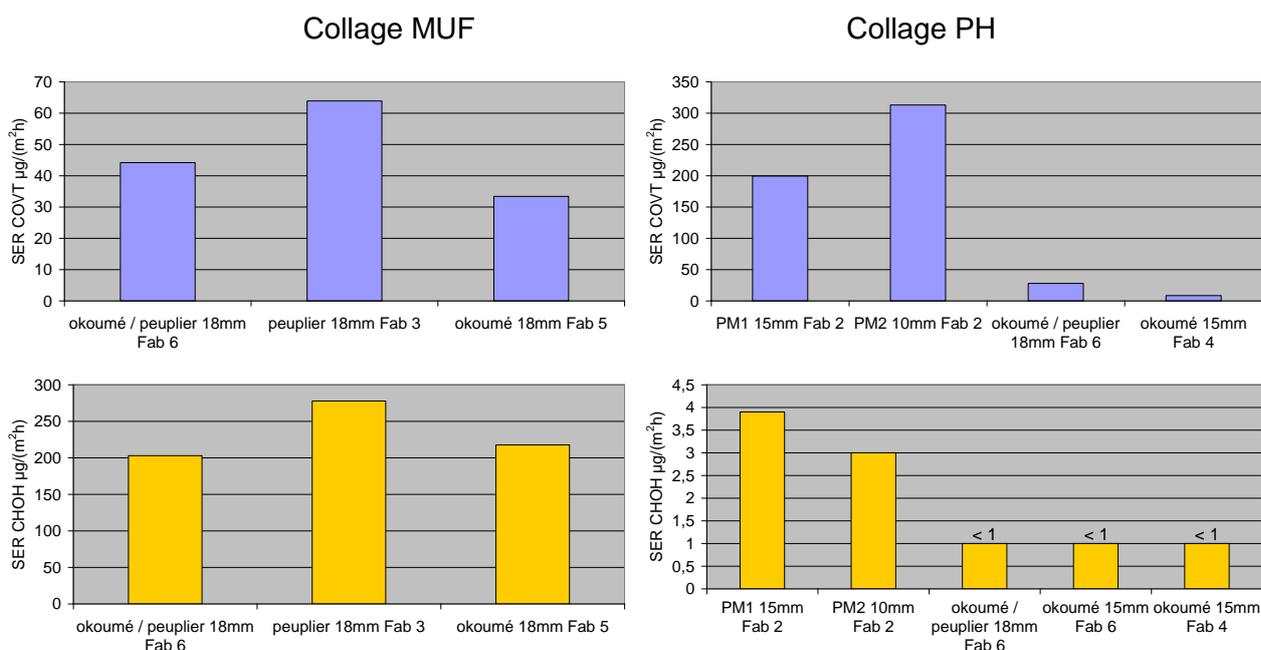


Figure 1 : Facteurs d'émission spécifique (SER) en COVT et en formaldéhyde (CHOH) selon l'essence de bois

Les différences entre facteurs d'émission spécifique en COVT et en formaldéhyde sont peu marquées lorsque le contreplaqué est collé MUF (SER COVT entre 33 et 64 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ et SER formaldéhyde entre 203 et 278 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$).

Les niveaux d'émission en formaldéhyde des contreplaqués collés PH sont trop faibles pour mettre en évidence la proportion susceptible d'être apportée par le bois par rapport à la colle. Les essais sur les 2 panneaux tout okoumé et sur le panneau mixte (okoumé / peuplier) n'ont pas permis de quantifier les émissions de formaldéhyde (SER < 1 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$). Les panneaux 100 % PM ont montré une émission en formaldéhyde très faible (SER inférieur à 4 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$).

Par contre, les facteurs d'émission spécifique en COVT des contreplaqués 100 % PM sont nettement supérieurs à ceux des autres contreplaqués (SER compris entre 200 et 313 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ pour les contreplaqués 100 % PM, SER de 28 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ pour le contreplaqué tout okoumé et SER de 8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ pour le contreplaqué mixte).

Ces premiers résultats indiquent donc que l'essence de bois ne semble pas être un paramètre influant sur l'émission de formaldéhyde. Par contre, ils confirment que les essences résineuses, en l'occurrence le pin maritime, sont nettement plus émissives en COV que les essences feuillues.

Ils sont aussi à rapprocher d'un essai réalisé sur un contreplaqué brut collé phénolique tout okoumé (3 plis, épaisseur 8 mm) dans le cadre d'une étude ADEME réalisée en 2003¹. En effet, les facteurs d'émission spécifiques montrent des résultats aussi faibles. Après 28 jours d'essai, le contreplaqué brut émet principalement de l'acide acétique, du furfural et du formaldéhyde. Le facteur d'émission spécifique en COVT est égal 14 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$, c'est-à-dire du même ordre de grandeur que celui retrouvé dans cette étude. De son côté, le facteur d'émission spécifique en formaldéhyde est égal à 4 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$, confirmant ainsi le faible niveau d'émission en formaldéhyde des panneaux collés avec une résine de type phénolique.

6.3 Influence de l'épaisseur du panneau

L'épaisseur a seulement été étudiée sur les panneaux 100 % pin maritime (PM) avec un collage phénolique. En effet, l'intérêt était de mettre en évidence l'influence de l'épaisseur du panneau de contreplaqué sur l'essence potentiellement la plus émissive en COVT (essence résineuse).

Les résultats ne montrent pas de réelle convergence entre l'émission en COVT et l'épaisseur du panneau (Figure 2). En effet, même si le panneau 9 mm présente les émissions les plus faibles (SER de 163,5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$), les autres épaisseurs testées ne montrent pas la même progression (SER du panneau 15 mm Fab 1 (466,5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$) supérieur au SER du panneau 27 mm Fab 1 (341,5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$)).

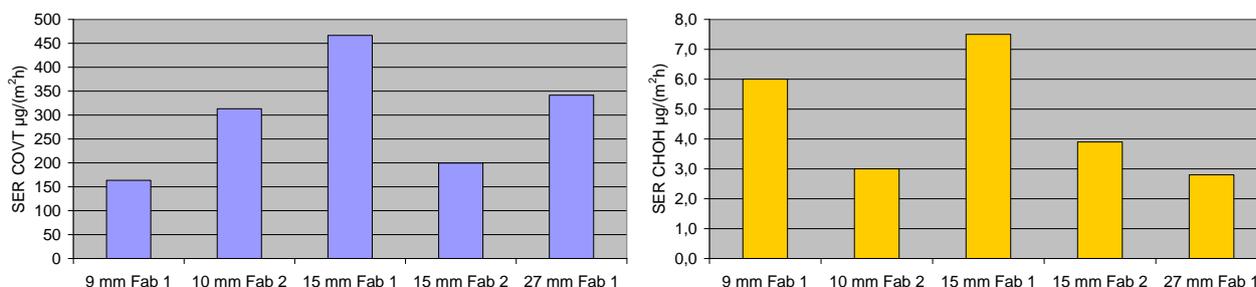


Figure 2 : Facteurs d'émission spécifique (SER) en COVT et en formaldéhyde (CHOH) selon l'épaisseur du panneau

D'autre part, les panneaux de même épaisseur (15 mm) mais provenant de deux fabricants différents montrent aussi des écarts significatifs (SER de 466,5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ pour le fabricant 1 et SER de 199,5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ pour le fabricant 2).

De même, l'épaisseur du panneau ne semble pas avoir d'influence sur les émissions de formaldéhyde. En effet, les ordres de grandeur sont respectés sur les contreplaqués collage phénolique quelle que soit l'épaisseur du panneau (SER entre 2,8 et 7,5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ pour une épaisseur comprise entre 9 et 27 mm). Ces conclusions sont relativement attendues si elles sont comparées avec les données d'émission obtenues dans le cadre du contrôle de production des panneaux de contreplaqués (NF EN 717-2).

¹ Yrieix et al. Banc de qualité sur les émissions de COV à partir des composants de construction bois – convention ADEME 98.01.055, rapport final 2003

Les émissions en COVT (en particulier en monoterpènes) et en formaldéhyde ne se corrélient donc pas avec l'épaisseur du panneau. Dans une réflexion plus globale d'un plan expérimental retenant les conditions maximalistes d'émission, le choix de l'épaisseur ne sera donc pas un paramètre discriminant.

6.4 Influence de la face

L'influence de la face n'a été étudiée que sur les panneaux de contreplaqués tout okoumé avec collage MUF (Figure 3). 3 épaisseurs de placage ont été retenus : 11/10^e, 13/10^e et 16/10^e.

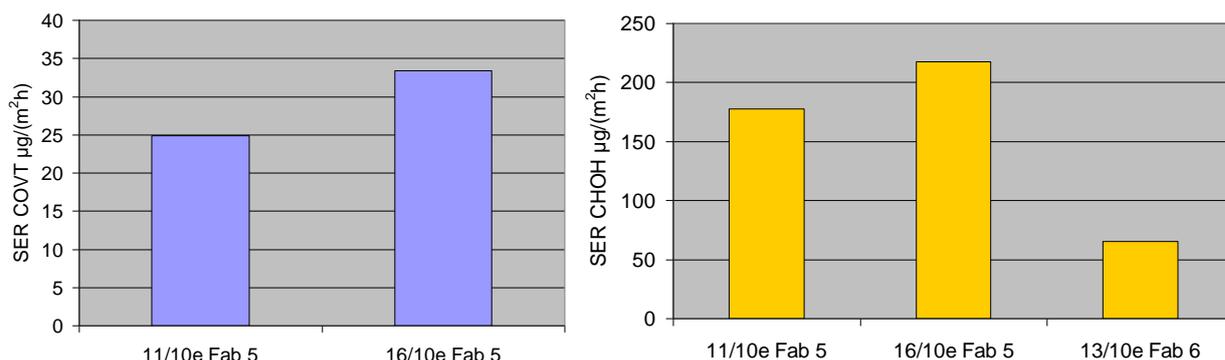


Figure 3 : Facteurs d'émission spécifique (SER) en COVT et en formaldéhyde (CHOH) selon l'épaisseur de la face

Les émissions en COVT ne montrent pas d'écarts significatifs selon l'épaisseur du placage (SER de 24,9 µg/m²h pour une épaisseur de 11/10^e et SER de 33,4 µg/m²h pour une épaisseur de 16/10^e). Ces résultats restent cependant limités car l'essence retenue pour étudier l'influence de la face a montré les niveaux d'émission les plus faibles. Il conviendrait peut être de renouveler cette étude sur des panneaux de contreplaqués 100 % pin maritime.

Par contre, l'idée de départ était bien de mettre en évidence l'effet barrière que pourrait créer la face. Dans cette optique, l'okoumé avait été retenu car elle est considérée comme l'essence la moins poreuse, en comparaison du peuplier et du pin maritime.

Cependant, aucun effet barrière au formaldéhyde n'est mis en évidence lorsque l'épaisseur de la face augmente. En effet, le placage 16/10^e émet plus de formaldéhyde que le placage 11/10^e si l'on compare les émissions des panneaux provenant d'un même fabricant (SER de 177,7 µg/m²h pour une épaisseur de 11/10^e et SER de 317,6 µg/m²h pour une épaisseur de 16/10^e).

Ces résultats sont plutôt surprenants même s'ils sont limités à des épaisseurs de face variant de 11/10^e à 16/10^e. Seule une étude complémentaire sur des épaisseurs plus significatives pourrait confirmer que l'épaisseur de la face n'est pas un paramètre discriminant.

6.5 Influence de la nature du pli interne

L'influence de la nature du pli interne a été étudiée sur les panneaux avec un placage okoumé et un collage phénolique. Le pli interne est, soit en okoumé, soit en peuplier. Les résultats sont présentés sur la Figure 4.

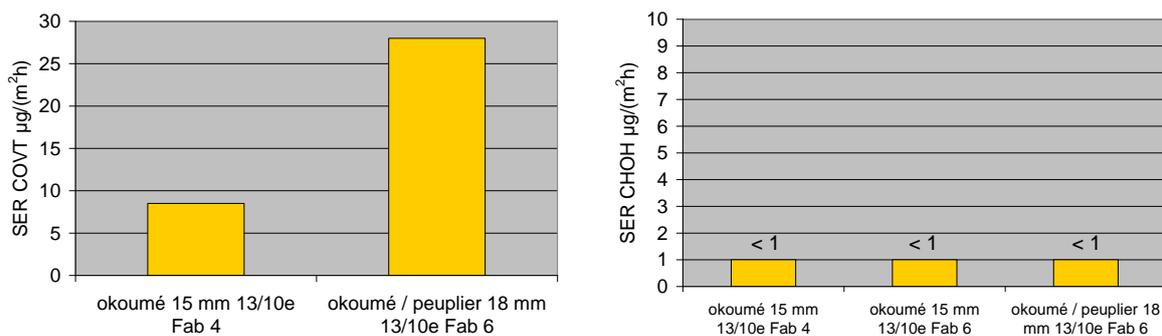


Figure 4 : Facteurs d'émission spécifique (SER) en COVT et en formaldéhyde (CHOH) selon la nature du pli interne

Les émissions en COVT et en formaldéhyde ne montrent pas d'écarts significatifs selon la nature du pli interne. En particulier, le formaldéhyde n'a pas été détecté quel que soit le type de panneau (tout okoumé, mixte). L'utilisation de peuplier composant les plis internes ne montre donc pas d'augmentation dans les émissions.

6.6 Influence du rainurage

Le rainurage du panneau jusqu'au plan de colle a été étudié pour un panneau de contreplaqué en pin maritime avec collage phénolique (Figure 5).

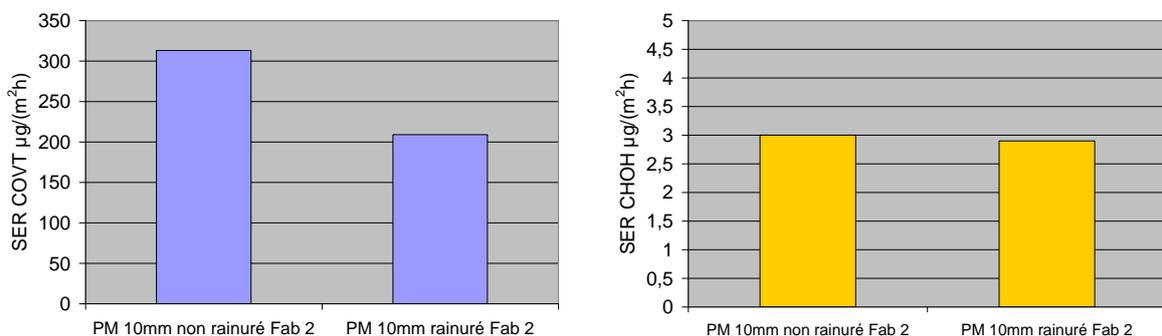


Figure 5 : Facteurs d'émission spécifique (SER) en COVT et en formaldéhyde (CHOH) avec et sans rainurage

Les résultats ne mettent pas en évidence d'augmentation de l'émission de formaldéhyde, même si le joint de colle est directement au contact de l'air de la chambre d'essai d'émission (SER de 2,9 µg/m²h pour le panneau rainuré et SER de 3,0 µg/m²h pour le panneau non rainuré).

L'émission en COVT diminue lorsque le panneau est rainuré (SER de 213 µg/m²h pour le panneau rainuré et SER de 309 µg/m²h pour le panneau non rainuré). Ce résultat pourrait être relié à une plus faible quantité de bois directement au contact de l'air pour le panneau rainuré mais l'hétérogénéité liée aux COV naturels du pin maritime est bien trop significative pour confirmer cette hypothèse.

A ce niveau de l'étude, le rainurage n'a donc pas montré d'influence pour un panneau de contreplaqué en pin maritime avec collage phénolique.

6.7 Influence de l'ignifugation

Deux panneaux ont été retenus pour étudier l'influence de l'ignifugation (traitement aux sels inorganiques par autoclave) sur les émissions de COVT et de formaldéhyde : panneau tout peuplier à collage MUF et panneau en pin maritime avec collage phénolique. Les facteurs d'émission mesurés sont présentés sur la Figure 6.

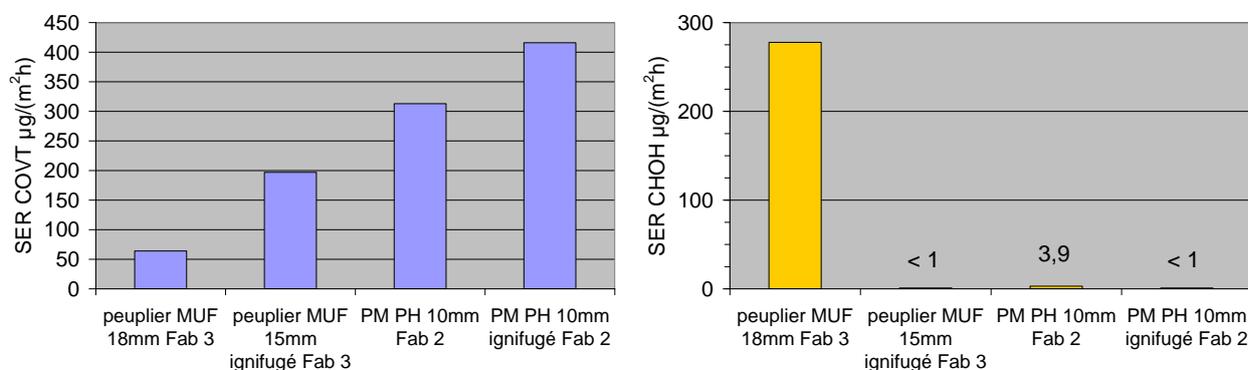


Figure 6 : Facteurs d'émission spécifique (SER) en COVT et en formaldéhyde (CHOH) avec et sans ignifugation

Les émissions en COVT sont à chaque fois plus importantes pour le panneau ignifugé, en comparaison du panneau non traité. Toutefois, les niveaux restent dans le même ordre de grandeur (SER entre 64 et 416 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$). Les résultats n'ont pas montré de composés spécifiques aux produits d'ignifugation, la charge en COVT étant majoritairement liée aux COV naturels du bois.

Par contre, les émissions en formaldéhyde montrent une diminution très significative après ignifugation du panneau. Ce constat est d'abord mis en évidence sur le contreplaqué 100 % pin maritime avec collage phénolique (SER passant de 3,9 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ à non détecté, soit < 1 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$). Par contre, la diminution du niveau d'émission en formaldéhyde est très significative pour le contreplaqué tout peuplier avec collage MUF (SER passant de 277,8 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ à non détecté, soit < 1 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$).

Ce résultat est surprenant car les produits d'ignifugation ne sont pas connus pour créer un effet barrière aussi marqué. D'autre part, la comparaison des panneaux est réalisée sur des produits issus de lots différents.

Afin de confirmer ce premier résultat, il conviendrait de réaliser un essai complémentaire sur contreplaqué tout peuplier avec collage MUF brut et ignifugé, mais provenant du même lot afin de confirmer le niveau initial d'émission en formaldéhyde.

6.8 Comparaison avec l'étiquetage obligatoire des produits de construction

6.8.1 Préambule

En règle générale, les panneaux de contreplaqués bruts ne sont pas au contact direct de l'air intérieur. Ce sont souvent des produits qui rentrent dans la fabrication de produits de construction finis (portes, parquets contrecollés, ...). Pour ces produits semi-finis, et en emploi conventionnel, ils ne sont pas prévus pour remplir les différents usages visés par le décret d'étiquetage n°2011-321 du 23 mars 2011 (revêtements de sol, murs et plafonds, isolants, portes, fenêtres).

Par contre, certains panneaux de contreplaqués bruts peuvent servir comme lambris et devront être testés selon un scénario « Murs » selon l'arrêté relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils (arrêté du 19 avril 2011). D'autre part, le scénario « Sol ou Plafond » a aussi été retenu dans l'hypothèse de panneaux de contreplaqués utilisés comme revêtements de plafond.

D'autre part, il a été tenu compte de l'incertitude de la mesure du formaldéhyde selon la série de normes ISO 16000 dans la comparaison des concentrations d'exposition à l'arrêté du 19 avril 2011. En effet, le résultat lié à ce composé volatil reste le facteur le plus discriminant pour le classement des panneaux à base de bois selon l'arrêté d'étiquetage.

Par contre, les incertitudes liées à la mesure des COVT selon la série de normes ISO 16000 n'ont pas été prises en compte. En effet, l'hétérogénéité liée aux composés naturels des bois reste une variable trop aléatoire (dépendant de l'essence de bois et du procédé de fabrication du produit) pour en choisir une valeur réellement représentative.

Les données statistiques d'une étude inter-laboratoires réalisée en 2010 pour mesurer les émissions de formaldéhyde par un panneau de particules selon la série de normes ISO 16000 ont été utilisées pour le calcul de l'incertitude. Les résultats ont montré une fidélité intermédiaire de 32 % à partir des résultats de 8 laboratoires européens selon la série de normes ISO 16000². Cet écart type relatif a été retenu comme incertitude de mesure élargie même si dans l'absolu, il conviendrait de le multiplier par 2.

6.8.2 Principe général

Le principe des protocoles d'évaluation consiste à transformer les facteurs d'émission spécifiques mesurés dans les chambres environnementales (SER_i) en des concentrations d'exposition (C_{exp}) dans une pièce modèle.

La relation liant les facteurs d'émission spécifiques aux concentrations d'exposition est la suivante :

$$C_{exp} = SER_i / q_e$$

Avec :

q_e : Taux de ventilation spécifique dans une pièce modèle fixé à partir du scénario d'exposition du protocole tiré de l'arrêté du 19 avril 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils :

- 1,25 m³.m⁻².h⁻¹ pour le scénario « Sol ou Plafond »
- 0,5 m³.m⁻².h⁻¹ pour le scénario « Murs »

Les résultats d'émission de substances organiques volatiles mesurées dans chaque produit testé ont ensuite été comparés avec les valeurs limites des classes d'émission définies dans l'arrêté du 19 avril 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.

Classes d'émission	Numéro CAS	C	B	A	A+
Formaldéhyde	50-00-0	> 120	< 120	< 60	< 10
Acétaldéhyde	75-07-0	> 400	< 400	< 300	< 200
Toluène	108-88-3	> 600	< 600	< 450	< 300
Tétrachloroéthylène	127-18-4	> 500	< 500	< 350	< 250
Xylène	1330-20-7	> 400	< 400	< 300	< 200
1,2,4-Triméthylbenzène	95-63-6	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000
1,4-Dichlorobenzène	106-46-7	> 120	< 120	< 90	< 60
Éthylbenzène	100-41-4	> 1500	< 1500	< 1000	< 750
2-Butoxyéthanol	111-76-2	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000
Styrène	100-42-5	> 500	< 500	< 350	< 250
COVT	/	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000

² Etude Codifab « RRT COV Contreplaqués » - Etude inter-laboratoires pour la mesure des émissions de formaldéhyde par un contreplaqué : synthèse des résultats, rapport n° 402/10/2705R, avril 2012

Les caractéristiques d'émissions de substances volatiles à rechercher sont formalisées selon une échelle de quatre classes de A+ à C, la classe A+ indiquant un niveau d'émission très peu élevé, la classe C, un niveau d'émission élevé.

Le niveau d'émission est indiqué par la concentration d'exposition établie sur la base des mesures réalisées après 28 jours en chambre d'essai d'émission. Il est calculé à partir du scénario d'exposition retenu (« Sol ou Plafond » ou « Murs ») et exprimé en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

6.8.3 Calcul de concentrations d'exposition en COVT et en formaldéhyde

Parmi les substances volatiles listées dans l'arrêté du 19 avril 2011, les résultats d'essais montrent que seuls le formaldéhyde et les COVT risquent d'influencer le classement des panneaux à base de bois.

Pour les 2 scénarii retenus (« Sol ou Plafond » et « Murs »), les concentrations d'exposition ont donc seulement été calculées pour ces deux paramètres. Les résultats sont présentés sur la Figure 7 pour les COVT et sur les Figures 8 et 9 pour le formaldéhyde.

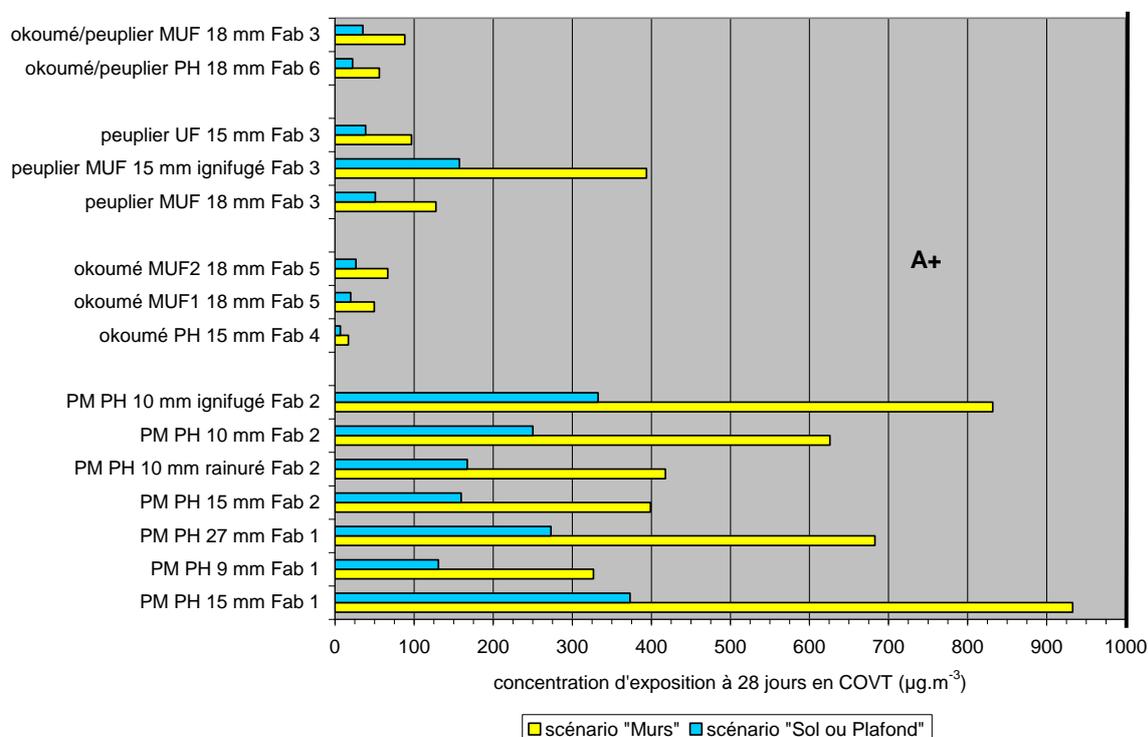


Figure 7 : Application des scénarii « Murs » et « Sol ou Plafond » aux résultats d'essai en COVT en chambre d'essai d'émission pour les panneaux de contreplaqués

Quel que soit le scénario envisagé, les concentrations d'exposition en COVT se positionnent en dessous de la limite de la classe A+ (fixée à $1000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). En effet, le panneau le plus émissif montre une concentration d'exposition de $933 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (100 % PM, collage PH, épaisseur 15 mm, Fabricant 1).

Il faut toutefois noter que les incertitudes de mesure n'ont pas été retenues dans l'interprétation de ces résultats. La concentration d'exposition résultante pour un contreplaqué en pin maritime reste proche de $1000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ dans l'hypothèse d'un scénario « Murs ».

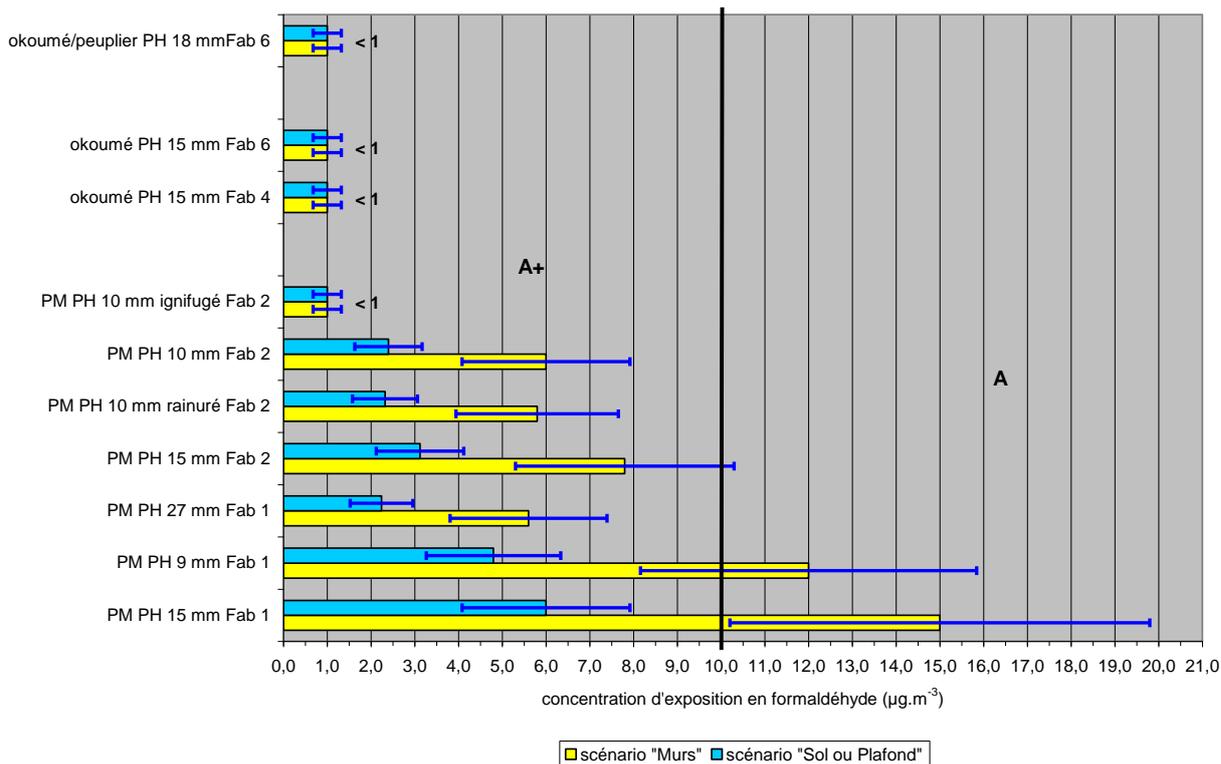


Figure 8 : Application des scénarii « Murs » et « Sol ou Plafond » aux résultats d'essai en formaldéhyde en chambre d'essai d'émission pour les panneaux de contreplaqués avec un collage phénolique (PH)

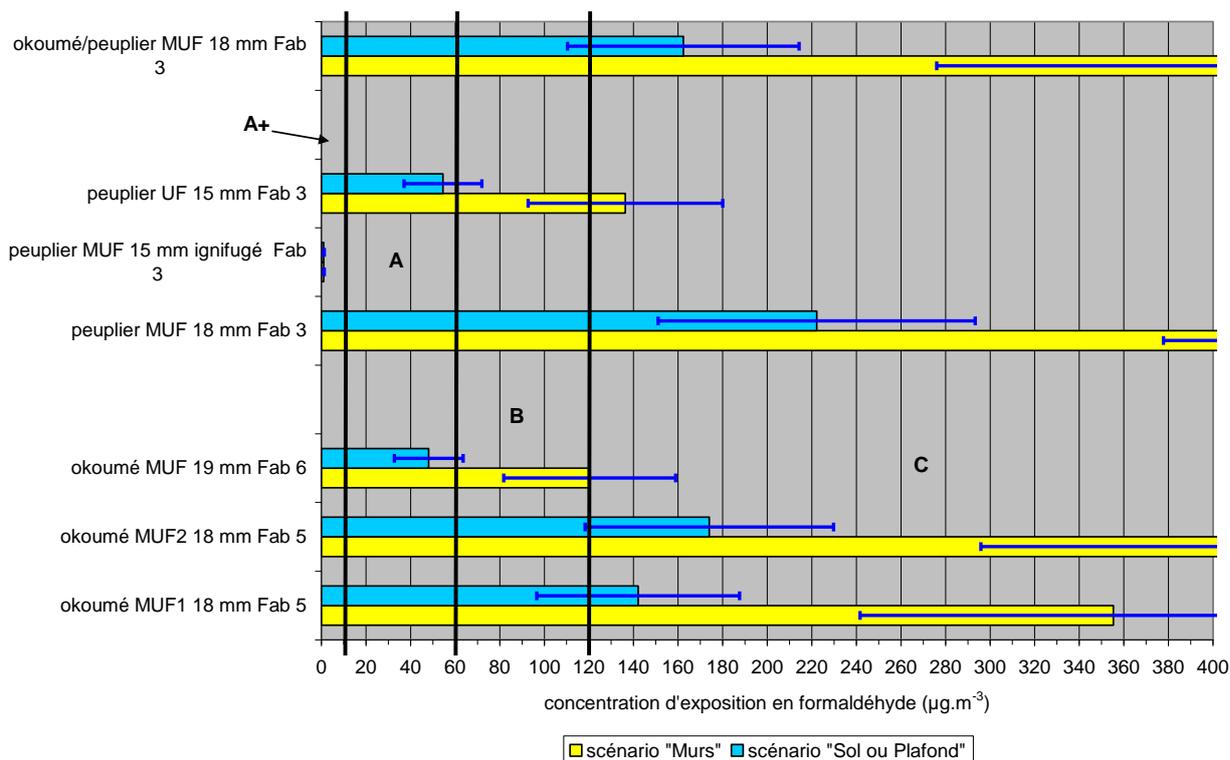


Figure 9 : Application des scénarii « Murs » et « Sol ou Plafond » aux résultats d'essai en formaldéhyde en chambre d'essai d'émission pour les panneaux de contreplaqués avec un collage aminoplaste (MUF, UF)

Les concentrations d'exposition en formaldéhyde entraînent un résultat différent selon le type de colle et le scénario envisagé. En effet, tous les panneaux de contreplaqués avec un collage phénolique sont classés A+ selon le scénario d'exposition « Sol ou Plafond » (Figure 8).

Par contre, deux d'entre eux passent en classe A après application du scénario « Murs » (panneau 100 % PM, collage PH, épaisseurs 9 et 15 mm, Fabricant 2). Enfin, c'est seulement la prise en compte de l'incertitude de mesure qui fait passer un dernier panneau en classe A ($7,8 \pm 3,2 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour le panneau 100 % PM, collage PH, épaisseur 15 mm, Fabricant 2).

Les panneaux de contreplaqués avec un collage aminoplaste indiquent des concentrations d'exposition plus hétérogènes, les classements variant de A+ à C selon le scénario envisagé :

- 4 panneaux sont classés C quel que soit le scénario d'exposition (peuplier MUF 18 mm Fabricant 3, peuplier MUF 18 mm Fabricant 5 (2 essais), okoumé/peuplier MUF 18 mm Fabricant 3)
- 2 panneaux sont classés B selon le scénario d'exposition « Sol ou Plafond » (peuplier UF 15 mm Fabricant 3, okoumé MUF 19 mm Fabricant 6), mais dépassant la concentration d'exposition de $60 \mu\text{g.m}^{-3}$ lorsque l'on tient compte de l'incertitude de mesure, et classés C selon le scénario d'exposition « Murs »
- 1 panneau reste classé A+ quel que soit le scénario d'exposition (peuplier MUF 15 mm ignifugé Fabricant 3)

La nature de la colle reste donc le seul paramètre influençant le classement des panneaux de contreplaqués avec un collage aminoplaste. En particulier, les informations techniques prises auprès du fabricant 3 ont montré la spécificité du panneau testé qui n'est pas généralisable à tous les systèmes de collage UF mis en œuvre pour les panneaux de contreplaqués. D'autre part, le classement du panneau ignifugé nécessiterait d'être confirmé. A ce stade de l'étude, et en attendant les résultats d'essais complémentaires, les panneaux ignifugés avec un collage aminoplaste suivront le classement de leurs homologues non traités.

6.8.4 Classes d'émission résultantes

6.8.4.1. Application du scénario « Sol ou Plafond »

Le tableau 23 reprend les classes d'émission obtenues pour les panneaux de contreplaqués testés selon un scénario « Sol ou Plafond », ainsi que la classe d'émission résultante (résultat de la classe d'émission la plus pénalisante).

Type de produit	Référence	Formaldéhyde	COVT	Acétaldéhyde	Autres substances volatiles	Classe d'émission résultante
Pin maritime collage PH	11/2719R/1à4 11/2719R/11 11/2719R/12 11/2719R/15	A+	A+	A+	A+	
Okoumé collage PH	10/2705R/2 11/2719R/8	A+	A+	A+	A+	
Okoumé / Peuplier collage PH	11/2719R/13	A+	A+	A+	A+	
Okoumé collage MUF	10/2705R/3 11/2719R/9 11/2719R/10	B/C	A+	A+	A+	
Okoumé / Peuplier collage MUF	10/2705R/5	C	A+	A+	A+	
Peuplier collage UF	11/2719R/7	B	A+	A+	A+	
Peuplier collage MUF	11/2719R/6	C	A+	A+	A+	

Tableau 23 : Classe d'émission résultante selon le type de contreplaqué testé pour un scénario « Sol ou Plafond »

Pour un scénario « Sol ou Plafond », les classes d'émission obtenues varient de la classe A+ (contreplaqués en okoumé et en pin maritime collage phénolique) à la classe C (contreplaqués en peuplier et/ou en okoumé collage MUF). Le panneau de contreplaqué en peuplier collage UF est classé B.

6.8.4.2. Application du scénario « Murs »

Le tableau 24 reprend les classes d'émission obtenues pour les produits testés selon un scénario « Murs » ainsi que la classe d'émission résultante (résultat de la classe d'émission la plus pénalisante).

Type de produit	Référence	Formaldéhyde	COVT	Acéaldéhyde	Autres substances volatiles	Classe d'émission résultante
Pin maritime collage PH	11/2719R/1à4 11/2719R/11 11/2719R/12 11/2719R/15	A+/A	A+	A+	A+	
Okoumé collage PH	10/2705R/2 11/2719R/8	A+	A+	A+	A+	
Okoumé / Peuplier collage PH	11/2719R/13	A+	A+	A+	A+	
Okoumé collage MUF	10/2705R/3 11/2719R/9 11/2719R/10	C	A+	A+	A+	
Okoumé / Peuplier collage MUF	10/2705R/5	C	A+	A+	A+	
Peuplier collage UF	11/2719R/7	C	A+	A+	A+	
Peuplier collage MUF	11/2719R/6	C	A+	A+	A+	

Tableau 24 : Classe d'émission résultante selon le type de contreplaqué testé pour un scénario « Murs »

Pour un scénario « Murs », les classes d'émission obtenues varient de la classe A+ (contreplaqués en okoumé collage phénolique) à la classe C (contreplaqués en peuplier et en okoumé collages MUF et UF). Les panneaux de contreplaqués en pin maritime avec un collage phénolique sont classés A.

7. CONCLUSIONS DE L'ETUDE

Dans cette étude, le premier objectif était de hiérarchiser les paramètres pouvant influencer l'émission de COVT et de formaldéhyde. Différents paramètres ont ainsi été retenus : essence de bois, épaisseur du panneau, épaisseur de la face, nature de la colle, nature du pli interne, influence du rainurage et de l'ignifugation.

Les résultats ont montré que le seul paramètre réellement discriminant sur le niveau d'émission en formaldéhyde était la nature de la colle (phénolique, aminoplaste). La nature de l'essence, l'épaisseur du panneau, l'épaisseur de la face, le l'essence du pli interne n'ont pas été déterminants sur les émissions de formaldéhyde.

Cette étude a aussi montré que l'ignifugation des contreplaqués pouvait faire chuter de façon très significative l'émission de formaldéhyde, en particulier à partir des panneaux avec un collage aminoplaste (MUF). Cependant, un seul essai a été réalisé. Ce résultat se limite à un procédé et à un produit d'ignifugation bien spécifique. Les résultats sont prometteurs en terme d'effet barrière au formaldéhyde mais nécessitent confirmation avant toute généralisation.

De leur côté, les niveaux d'émission en COVT ont montré des écarts significatifs selon le type d'essence. L'émission en COVT de l'essence résineuse testée (pin maritime) est restée très supérieure à celle des deux essences feuillues (peuplier, et surtout okoumé). Ces résultats sont déjà connus et sont liés à la présence des monoterpènes en concentration significative dans les essences résineuses.

A l'inverse, par les autres paramètres testés dans cette étude (épaisseur du panneau, épaisseur de la face, nature de la colle, etc ...) ne semblent pas influencer les niveaux d'émission en COVT.

Parmi les substances volatiles listées dans l'arrêté du 19 avril 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils, plusieurs d'entre elles n'ont jamais été détectées dans les émissions des panneaux de contreplaqués : tétrachloroéthylène, xylènes (o, m, p), 1,2,4-triméthylbenzène, 1,4-dichlorobenzène, éthylbenzène, 2-butoxyéthanol, styrène.

Le toluène et l'acétaldéhyde ont été détectés mais n'ont jamais entraîné de « déclassement » des panneaux. En effet, la classe d'émission obtenue selon la concentration d'exposition reste toujours la classe A+ pour le scénario le plus pénalisant (pour un scénario « Murs », les concentrations sont inférieures à $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour le toluène et à $20 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour l'acétaldéhyde).

Les concentrations d'exposition calculées pour les COVT varient selon le type d'essence et le type de scénario mais n'ont jamais dépassé la limite supérieure de la classe A+ pour le scénario le plus pénalisant :

- Okoumé : concentration en COVT en dessous de $70 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour un scénario « Murs »
- Okoumé / peuplier : concentration en COVT en dessous de $90 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour un scénario « Murs »
- Peuplier : concentration en COVT voisine de $100 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour un scénario « Murs »
- Pin maritime : concentration en COVT comprise entre 327 et $933 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour un scénario « Murs »

Il faut toutefois noter que les incertitudes de mesure n'ont pas été retenues dans l'interprétation des résultats. La concentration d'exposition résultante pour le pin maritime (contreplaqué 100 % PM, collage PH, 5 plis, placage 31/10^e, épaisseur 15 mm, Fabricant 1) dans l'hypothèse d'un scénario « Murs » reste proche de $1000 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Aucune étude de reproductibilité n'a encore été réalisée sur les panneaux de contreplaqués pour la mesure des COVT selon la série de normes ISO 16000. Par contre, une première étude inter-laboratoires a été réalisée en 2010 pour la mesure du formaldéhyde sur un panneau de contreplaqué tout okoumé collage MUF. Les résultats ont montré une fidélité intermédiaire de 32% à partir des résultats de 8 laboratoires européens selon la série de normes ISO 16000. Cette variabilité a été retenue dans l'interprétation des résultats.

Selon les premiers enseignements de cette étude, le formaldéhyde est la seule substance volatile influençant le classement des panneaux de contreplaqués selon l'arrêté du 19 avril 2011. Les classements obtenus varient selon le type de collage et selon le type de scénario envisagé (Tableau 25) :

Type de collage	Scénario « Sol ou Plafond »	Scénario « Murs »
Phénolique (PH) (rainuré ou non)		
MUF		
UF		

Tableau 25 : Synthèse des classes d'émission obtenues pour les différents contreplaqués selon le scénario d'exposition

Par contre, le classement du contreplaqué collage UF résulte d'une unique donnée. En effet, les informations techniques prises auprès du fabricant 3 ont montré la spécificité du panneau testé qui n'est pas généralisable à tous les systèmes de collage UF mis en œuvre pour les panneaux de contreplaqués. Il conviendrait donc d'obtenir d'autres résultats avant de conclure au classement B des contreplaqués collage UF pour un scénario « Sol ou Plafond ».

Parmi les produits visés par le décret relatif à l'étiquetage obligatoire des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils (décret n° 2011-321 du 23 mars 2011), les panneaux de contreplaqués peuvent être utilisés comme lames de lambris. Un classement A pourra alors être envisagé pour les panneaux de contreplaqués avec un collage phénolique.

Par contre, la grande majorité des panneaux de contreplaqués bruts ne sont jamais au contact direct de l'air intérieur. Ce sont souvent des produits semi-finis qui servent de matériau support ou qui rentrent dans la fabrication d'autres produits de construction.

En emploi conventionnel, ils ne seraient donc pas prévus pour remplir les différents usages visés par le décret d'étiquetage n°2011-321 du 23 mars 2011. Cependant, si l'étiquetage s'imposait, ils devraient viser un classement différent selon le type de colle et selon le scénario. Sous ces conditions, les panneaux de contreplaqués avec un collage phénolique revendiqueraient un classement A tandis que les panneaux de contreplaqués avec un collage aminoplaste seraient plutôt classés C.