RÉSISTANCE DES PANNEAUX CONTREPLAQUÉS À LA POURRITURE : PREMIERS ESSAIS SUR L'INFLUENCE DE L'ÉPAISSEUR DES PLIS

par M. FOUGEROUSSE *, R. BARRAY ** et G. DÉON *

RESUMEN

RESISTENCIA A LA PODREDUMBRE DE LOS PANELES DE MADERA CONTRACHAPADA : PRIMERAS PRUEBAS ACERCA DEL ESPESOR DE LAS CAPAS

Se ha procedido al estudio de la resistencia a la podredumbre de paneles de madera contrachapada de idéntico espesor, compuestos por 1/ Aucoumea klaineana, 2/ Dacryodes buettneri, 3/ Ceiba pentandra y 4/ Populus sp., con aplicación del método de laboratorio cuyo modo operatorio figura descrito en la Norma Francesa NF B. 51 295.

Se han fabricado varias muestras para cada especie, que únicamente difieren entre sí por el espesor de sus capas, que van de 0,1 mm a 0,4 mm. El criterio de ataque utilizado ha sido la pérdida de resistencia a la flexión dinámica (resistencia al impacto). Los resultados demuestran claramente que, con excepción de Ceiba pentandra, la resistencia a la podredumbre varia en sentido inverso respecto al espesor de las capas componentes y que, por lo que se refiere a los hongos de pudredumbre blanca, se puede conseguir una mejor resistencia por reducción del espesor de las capas, mejor aún que por incorporación en la cola de productos fungicidas. También se ha observado que cada madera reacciona especificante en función de su propia durabilidad natural y de su permeabilidad.

* Division de Préservation du CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL.

** Laboratoire de Recherches des Etablissements LEROY.

SUMMARY

RESISTANCE OF PLYWOOD TO DECAY INVESTIGATION ON THE INFLUENCE OF PLYS THICKNESS

The resistance to decay of plywood specimens of similar thickness made of 1 : Aucoumea klaineana — 2) Dacryodes buettneri — 3) Ceiba pentandra and 4) Populus sp was investigated under laboratory conditions according to french standard B 51 295. For each wood species various specimens were prepared, just differing from each other by the thickness of the veneers, varying from. 10 mm to 40 mm. The loss of impact bending strength was used as criterion attack. The test results show clearly, Ceiba pendandra excepted, that decay resistance increases inversely to veneer thickness, and that, when white rot fungi are concerned a better resistance may be provided by reducing veneer thickness than by adding fungicides to the glue. It alto appears that each wood species reacts fairly specifically in liaison with its own natural durability and permeability.

INTRODUCTION

Par sa définition même, un panneau contreplaqué est un matériau composite hétérogène puisque constitué de feuillets entrecroisés associés les uns aux autres, mais aussi séparés les uns des autres par un plan de colle ; en outre, il n'est pas rare que les feuillets appartiennent à plus d'une essence.

Le vieillissement et la détérioration de ce matériau composite jusqu'à sa destruction peuvent provenir de la dégradation particulière de l'un des deux composants, bois ou colle, mais aussi de l'affaiblissement général des caractéristiques mécaniques ou physiques du contreplaqué encore composé.

Traditionnellement, on mesure la qualité du collage par des cycles de vieillissement ne mettant pas en cause la durabilité du bois lui-même. De même, on a longtemps eu l'habitude, parlant de la durabilité d'un contreplaqué, de le faire par référence à la seule durabilité naturelle du bois et non à la durabilité effective spécifique du panneau contreplaqué en tant qu'entité en lui-même.

Certes il est clair, vis-à-vis de la stabilité biologique, que la durabilité du bois d'origine influe sur celle du contreplaqué, et qu'une espèce de bois durable conduit, naturellement, à un contreplaqué durable. Cependant, l'inverse est moins évident, à savoir qu'un bois de faible durabilité naturelle ne pourrait donner que des contreplaqués eux-mêmes faiblement durables.

En effet, la vitesse de détérioration du bois par les champignons de pourriture est non seulement liée à la résistance intrinsèque spécifique mais aussi à la perméabilité spécifique qui règle les mouvements internes des fluides liquides et gazeux jouant un rôle dans le processus de pourriture. A cet égard, la constitution d'un panneau contreplaqué, par la présence de plans de colle en principe imperméables et insensibles à l'eau ou à la vapeur — du moins chez les panneaux visant aux emplois extérieurs — perturbe considérablement, par rapport au bois massif, l'évolution de l'humidité, dans un sens défavorable à l'action des champignons.

En outre, les plans de colle représentent eux-mêmes des obstacles mécaniques en s'opposant, ne serait-ce qu'en la retardant, à l'extension de la détérioration d'un pli aux plis adjacents. Par sa constitution chimique et physique même, la colle peut jouer un certain rôle antiseptique. Enfin, par sa pénétration dans les couches cellulaires superficielles des plis, variable selon sa propre viscosité lors du pressage et selon les espèces de bois en fonction même de leur imprégnabilité, un élément complémentaire de résistance apparaît réalisé.

Diverses raisons semblent donc se conjuguer pour que, sous forme de panneau contreplaqué, un bois puisse présenter une meilleure résistance à la pourriture que sous forme de bois massif, ce que les études antérieures effectuées conjointement par le Centre Technique Forestier Tropical et le Centre Technique du Bois à la demande du Syndicat Français des Fabricants de Panneaux Contreplaqués (2) avaient déjà suggéré. Dans ces études, il était notamment apparu que des espèces de bois, ou des parties de bois comme les aubiers, réputées de durabilité naturelle faible, pouvaient conduire à certains contreplaqués ayant des durabilités améliorées et, parfois même, tout à fait satisfaisantes.

L'analyse nécessite cependant d'être poussée plus loin et les choses d'être examinées plus en détail. En effet, pratiquement, un panneau contreplaqué se définit par l'essence ou les essences de bois utilisées, par le nombre et l'épaisseur des plis, par la colle employée et ses adjuvants, son dosage, et les conditions de fabrication (température, pression, etc.). Ainsi, même en considérant des panneaux constitués d'une seule essence pour simplifier le problème, on peut se trouver en présence d'une très grande diversité de panneaux et on est donc fondé à se demander s'ils auront tous le même comportement face au danger de pourriture, compte tenu des modifications de nature chimique ou physique induites par les divers paramètres de composition et de fabrication, et susceptibles d'être très différentes selon, notamment, la nature des bois.

Parmi les facteurs susceptibles d'influer sur le comportement biologique, il est apparu que l'épaisseur des plis pouvait avoir une importance particulière et on a formulé l'hypothèse que, toutes autres conditions étant égales par ailleurs, **la résistance à la pourriture est d'autant plus élevée que l'épaisseur des plis est plus faible,** pour une même épaisseur de panneau fini, bien entendu.

La vérification expérimentale de cette hypothèse était l'objet de l'étude dont il est rendu compte ci-après.

ESSENCES ESSAYÉES ET ÉPAISSEURS DE PLACAGES CHOISIES

Ces premiers essais ont porté sur quatre essences :

— deux largement utilisées en France pour la fabrication de panneaux contreplaqués extérieurs, l'Okoumé (*Aucoumea klaineana* Pierre) et l'Ozigo (*Dacryodes buettneri* H. J. Lam.), qui n'ont, intrinsèquement, qu'une résistance modérée à la pourriture, mais dont l'emploi satisfaisant en contreplaqués n'est plus à démontrer ;

— une essence tropicale à durabilité intrinsèque particulièrement médiocre, le Fromager (*Ceiba pentandra* Gaertn.), constituant en quelque sorte le cas le plus extrême ;

— enfin, une essence feuillue tempérée, le Peuplier (*Populus sp. pl.*) à durabilité intrinsèque nettement plus faible que celle de l'Okoumé ou de l'Ozigo, mais pour laquelle de précédentes expériences (2) ont montré par des essais spécifiques sur panneaux que ces derniers témoignent d'une résistance certes assez variable mais en moyenne satisfaisante.

Les gammes d'épaisseur des placages ont été constituées à partir d'épaisseurs pouvant être obtenues dans les conditions du déroulage industriel.

L'ensemble de ces choix est résumé dans le tableau 1.

TABLEAU 1

Gammes d'épaisseurs (mm) / Essences	10 à 12/10	18 à 20/10	27 à 30/10	40 à 45/10
Okoumé	12/10	18/10	27/10	40/10
Ozigo	11/10	18/10	30/10	40/10
Peuplier	10/10	18/10	27/10	40/10
Fromager		18/10	27/10	45/10
Epaisseurs réelles obtenues au déroulage.				

FABRICATION DES CONTREPLAQUÉS

PRÉPARATION DES PLACAGES

Déroulage.

Tous les contreplaqués expérimentés ont été préparés à partir de placages déroulés.

Les techniques de déroulage ont imposé pour la fabrication des placages d'Okoumé et d'Ozigo un étuvage préalable des grumes en phase vapeur pendant trois jours.

Ce pré-traitement avant déroulage n'a pas été effectué avec le Peuplier qui a été déroulé frais d'abattage, ni avec le Fromager qui, très tendre, se déroule de façon satisfaisante sans étuvage.

Il faut noter que l'on n'a pas su réaliser des placages de 10/10 en Fromager et que les placages d'Ozigo réalisés en 40/10 présentaient des surfaces assez rugueuses car on a atteint les limites de possibilité de déroulage de cette essence sur la dérouleuse utilisée.

Séchage.

Le séchage sous ventilation à air chaud a été conduit dans un séchoir comportant trois zones de séchage appelées :

— zone de pré-séchage à 110-130 °C ;

— zone de séchage à 140 °C ;

— zone de refroidissement à 100 °C ;

la vitesse de passage étant telle que l'humidité des placages en sortie soit toujours inférieure à 5 %.

Après refroidissement complet, les placages ont été massicotés à un format de 55 × 55 cm pour les ramener à un format compatible avec la presse de laboratoire.

COMPOSITION DES CONTREPLAQUÉS

Chaque panneau de contreplaqué a été composé avec des placages provenant d'une même essence.

Les faces de ces contreplaqués ont toujours été réalisées avec les placages les plus fins de l'essence essayée.

Les placages intérieurs ont été réalisés avec une même épaisseur de plis, appelés « âmes » lorsque le sens du fil

est parallèle à celui de la face et appelés « intérieurs » lorsque le sens du fil est perpendiculaire à celui de la face.

Le nombre de ces plis internes et âmes a été choisi en fonction de leur épaisseur, de telle façon que l'épaisseur du contreplaqué fabriqué soit voisine de 15 millimètres.

On a donc été amené à fabriquer des contreplaqués constitués de 5, 7, 9 ou 15 plis suivant les épaisseurs des intérieurs et des âmes choisies, dont la liste, la composition et les épaisseurs sont portées dans le tableau n° 2. On constate que, du fait de la précision initiale des épaisseurs des placages et du fait de leur réaction sous presse à chaud, les contreplaqués obtenus avaient des épaisseurs sensiblement variables d'une essence à l'autre et, pour une même essence, selon l'épaisseur des plis.

TABLEAU 2

COMPOSITION DES PANNEAUX EXPÉRIMENTÉS

Essence	Composition du panneau et épaisseur (mm) des plis			Nombre total de plis	Epaisseur (mm) du panneau	Désignation
	Faces	Ames	Intérieurs			
Okoumé	2 12/10	1 40/10	2 40/10	5	13,6	A
	2 12/10	2 27/10	3 27/10	7	15,2	B
	2 12/10	3 18/10	4 18/10	9	14,3	C
	2 12/10	6 12/10	7 12/10	15	17,4	D
Ozigo	2 11/10	1 40/10	2 40/10	5	13,8	E
	2 11/10	2 27/10	3 27/10	7	15,4	F
	2 12/10	3 18/10	4 18/10	9	14,0	G
	2 11/10	6 11/10	7 11/10	15	17,5	H
Peuplier	2 10/10	1 45/10	2 45/10	5	12,9	I
	2 10/10	2 27/10	3 27/10	7	14,1	J
	2 10/10	3 18/10	4 18/10	9	13,0	K
	2 10/10	6 10/10	7 10/10	15	11,9	L
Fromager	2 18/10	1 45/10	2 45/10	5	15,6	M
	2 18/10	2 27/10	3 27/10	7	14,8	N
	2 18/10	3 18/10	4 18/10	9	15,0	O
PANNEAUX TRAITÉS FONGICIDES						
Okoumé	2 12/10	2 27/10	3 27/10	7	15,2	P
Ozigo	2 11/10	2 27/10	3 27/10	7	15,5	Q
Peuplier	2 10/10	2 27/10	3 27/10	7	13,3	R
Fromager	2 18/10	2 27/10	3 27/10	7	15,4	S

COLLAGE

Les placages « intérieurs » ont reçu, à l'aide d'une encolleuse à rouleaux, 400 g/m^2 de mélange collant réparti de façon homogène sur leurs deux faces (200 g/m^2 par face).

Ce mélange collant avait la composition suivante (en poids) :

colle phénolique à 14 % de soude en sirop à 46 % de sec	100
carbonate de calcium	25
farine de grignon d'olive	10
paraformaldéhyde poudre	1
tannin de mimosa	1
eau pour ajuster la viscosité à 12 poises à 20 °C	2

Pour les panneaux qui devaient recevoir une protection anticryptogamique, on a ajouté au mélange précédent un antiseptique fongicide introduit dans la colle pour apporter au bois la dose prescrite par le fabricant.

Au cours de l'encollage, une seule anomalie a été observée : l'Ozigo déroulé en 40/10 de millimètre, très rugueux en surface, a consommé une quantité de mélange collant supérieure, qui a pu s'élever jusqu'à 600 g/m^2 sur certains placages.

PRESSAGE

Le pressage de ces panneaux a été réalisé au laboratoire en respectant autant que possible le schéma habituellement utilisé industriellement et qui consiste en :

— un pré-pressage à froid,

— un pressage à chaud.

Le pré-pressage à froid s'effectue à une pression de 2,5 bars pendant 8 minutes.

Les contreplaqués sont alors introduits dans une presse chaude de façon à obtenir une polycondensation suffisante du film de colle le plus éloigné des plateaux chauffants. Comme, au cours de cette étude, on a fait varier l'épaisseur des placages, ce film de colle se trouvait éloigné de façon différente suivant l'épaisseur du pli central utilisé.

De plus, la quantité de colle répartie de façon homogène sur les placages était beaucoup plus importante dans les contreplaqués fabriqués avec les plis les plus minces, donc les plus nombreux. La conséquence était que, dans ces cas-là, la quantité d'eau présente était également plus grande et qu'il fallait chauffer plus longtemps pour en favoriser l'évaporation et réduire les risques de « soufflage » des panneaux.

Aussi, il a fallu cuire les contreplaqués à 120 °C pendant :

— 20 minutes pour les panneaux fabriqués avec plis de 10/10 ;

— 15 minutes pour les panneaux fabriqués avec plis de 18/10 ;

— 13 minutes pour les panneaux fabriqués avec plis de 27/10 ;

— 11 minutes pour les panneaux fabriqués avec plis de 40/10.

Enfin, ce pressage à chaud a été réalisé sous une pression de 12 bars avec les bois de densité moyenne (Okoumé et Peuplier), de 10 bars avec le bois de densité faible (Fromager), de 17 bars avec le bois de densité élevée (Ozigo).

ESSAI MYCOLOGIQUE

Le mode opératoire choisi est directement inspiré de la norme expérimentale française B. 51-295 « Panneaux de particules — Méthode d'essai de la résistance à la pourriture (champignons basidiomycètes) » (3), elle-même établie à partir de travaux antérieurs de M. FOUGEROUSSE et R. BARRAY (1).

Le principe de la méthode est d'évaluer l'attaque par les champignons en mesurant la perte de résistance en flexion statique, cette résistance s'exprimant sous la forme de la contrainte de rupture en flexion. Tous les détails relatifs à cette méthode sont explicités dans les deux documents cités précédemment.

ÉPROUVETTES

Chaque panneau a été débité selon le schéma indiqué en figure 1, à partir de deux bandes symétriques de 19 cm de largeur, la bande gauche fournissant les éprouvettes nécessaires aux essais dont il est rendu compte ici, et la bande droite fournissant le même nombre d'éprouvettes homologues destinées ultérieurement à un autre type d'expérimentation. On voit que tout autour du panneau une large bande s'est trouvée éliminée, annulant ainsi l'effet de bordure éventuel.

Chacune des bandes fournit ainsi 25 éprouvettes, numérotées à la suite les unes des autres ; tout défaut entraîne l'élimination de l'éprouvette qui en est le siège, ainsi que celle de l'éprouvette correspondante de la bande adjacente (si, par exemple, l'éprouvette 13 se trouve éliminée, il en est automatiquement de même de l'éprouvette 13' même si cette dernière ne présente pas de défaut).

L'expérience ayant été définie pour mettre en œuvre deux champignons de pourriture, il fallait constituer, pour chaque type de panneau, les quatre séries suivantes d'éprouvettes telles que définies dans la norme B 51-295 :

— une série témoin (*T*) ne subissant aucune exposition fongique ;

— une série témoin (*M*) ne subissant aucune exposition fongique, mais placée dans les conditions de cette exposition (en flacons d'essai avec milieu de culture **non inoculé**) ;

— deux séries correspondant aux deux champignons d'essai.

Le nombre d'éprouvettes par série a été fixé à 8.

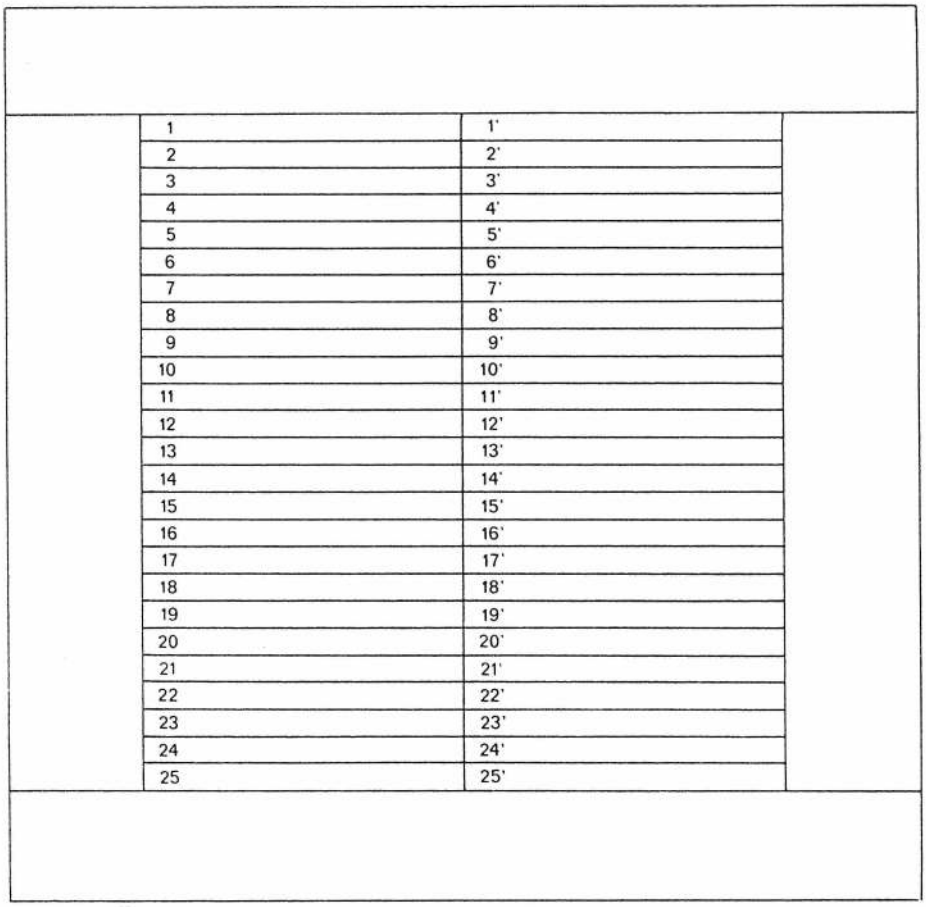


FIG. 1. — *Schéma de découpage des éprouvettes à partir d'un panneau.*

CHAMPIGNONS D'ESSAI

L'expérience pratique montrant que lorsqu'un panneau contreplaqué feuillu est le siège d'une pourriture, celle-ci peut aussi bien être du type fibreux que du type cubique, on a choisi comme champignons d'essai :

— un agent de pourriture fibreuse
Coriolus versicolor (*L*) Quelet, souche CTB 863 A.
— un agent de pourriture cubique
Antrodia sp., souche CTFT 57.

CONDITIONNEMENT ET MESURAGE DES ÉPROUVETTES

Toutes les éprouvettes ont été conditionnées pendant une semaine dans une enceinte à (20 ± 2) °C et (65 ± 5) % d'humidité relative, puis mesurées individuellement en largeur et en épaisseur médianes, la première avec une imprécision maximum de 0,1 mm et la seconde avec une imprécision maximum de 0,05 mm.

STÉRILISATION ET EXPOSITION AUX CHAMPIGNONS

La stérilisation des éprouvettes est réalisée par irradiation à la dose de 1,5-1,6 Mrad.

Chaque flacon de culture (boîte de Roux de 1.000 ml), dans lequel le milieu nutritif malt-agar est entièrement

recouvert par le champignon d'essai, reçoit deux éprouvettes, disposées parallèlement l'une à l'autre et reposant par leurs chants sur un support inerte (berceau en fil inox) les isolant du contact direct immédiat avec le mycélium du champignon.

Dans le cas des éprouvettes de la série (*M*), le mode opératoire ne diffère que par l'absence de toute culture fongique sur le milieu de culture.

L'exposition fongique a duré 12 semaines en enceinte climatique à (23 ± 1) °C et (75 ± 5) % d'humidité relative. A l'issue de cette période, les éprouvettes, retirées des flacons d'essai et débarrassées du mycélium adhérent, ont été de nouveau conditionnées, cette fois pendant 4 semaines, préalablement à l'essai de flexion.

ESSAI DE FLEXION

La contrainte de rupture en flexion N, exprimée en decanewtons par centimètre carré, est calculée selon la formule classique :

$$N = \frac{3\,PL}{2\,ba^2}$$

où P est en decanewtons, la charge de rupture.

L est en centimètres la distance entre appuis (15 cm).

b est en centimètres la largeur de l'éprouvette (nominale de 1,5 cm).

a est en centimètres l'épaisseur de l'éprouvette.

Pour chaque série, la contrainte moyenne de rupture en flexion est la moyenne arithmétique des contraintes des huit éprouvettes constitutives.

RÉSULTATS

Les tableaux 3 à 6 fournissent, pour les quatre essences étudiées, les contraintes de rupture moyenne, minimale et maximale dans chaque série d'éprouvettes.

On a calculé pour chaque éprouvette son coefficient de résistance x_i selon la formule :

$$x_i = \frac{Ni}{\overline{N}_1} \times 100$$

où N_i est la contrainte de rupture de l'éprouvette considérée.

$\overline{N}_1$ est la contrainte de rupture moyenne de la série correspondante placée dans les conditions de l'exposition fongique, mais sans inoculation du milieu de culture (témoins sur milieu = *M*).

On a ensuite calculé pour chaque série d'éprouvettes ayant subi l'exposition aux champignons d'essai :

— la moyenne $\overline{x}$ des x_i ;

— l'écart-type.

Ces valeurs sont données dans le tableau 7 et l'évolution des coefficients de résistance des panneaux en fonction du nombre de plis est schématisée dans les figures 2 et 3 pour les quatre essences étudiées. Dans

TABLEAU 3

CONTRAINTES DE RUPTURE DES PANNEAUX EN **OKOUMÉ**

Panneaux	D (15 plis)	C (9 plis)	B (7 plis)	A (5 plis)	P (7 plis) traité
Témoin (T)	504 (384 ⟶ 535)	469 (423 ⟶ 518)	463 (403 ⟶ 494)	401 (309 ⟶ 454)	473 (429 ⟶ 507)
Sur milieu (M)	466 (419 ⟶ 521)	388 (350 ⟶ 417)	405 (340 ⟶ 538)	347 (252 ⟶ 380)	460 (397 ⟶ 650)
C. versicolor	397 (317 ⟶ 511)	304 (152 ⟶ 415)	242 (204 ⟶ 299)	185 (101 ⟶ 355)	284 (102 ⟶ 444)
Antrodia sp.	389 (301 ⟶ 474)	308 (194 ⟶ 377)	47 (26 ⟶ 79)	25 (0 ⟶ 85)	410 (332 ⟶ 464)

ces figures, deux valeurs successives sont reliées par un trait continu lorsqu'elles sont significativement différentes (d'après le test de Student) au seuil 0,95 et par des tirets dans le cas contraire. On a également porté dans ces graphiques le coefficient de résistance moyen du panneau traité.

TABLEAU 4

CONTRAINTES DE RUPTURE DES PANNEAUX EN **OZIGO**

Panneaux	H (15 plis)	G (9 plis)	F (7 plis)	E (5 plis)	Q (7 plis) traité
Témoin (T)	621 (555 ⟶ 687)	455 (300 ⟶ 531)	637 (585 ⟶ 682)	496 (448 ⟶ 600)	569 (536 ⟶ 647)
Sur milieu (M)	513 (477 ⟶ 584)	396 (336 ⟶ 426)	506 (440 ⟶ 630)	492 (420 ⟶ 637)	468 (448 ⟶ 513)
C. versicolor	522 (467 ⟶ 562)	302 (233 ⟶ 356)	406 (274 ⟶ 527)	269 (209 ⟶ 352)	350 (295 ⟶ 449)
Antrodia sp.	512 (459 ⟶ 570)	365 (268 ⟶ 447)	414 (102 ⟶ 545)	383 (334 ⟶ 429)	469 (396 ⟶ 533)

TABLEAU 5

CONTRAINTES DE RUPTURE DES PANNEAUX EN **FROMAGER**

Panneaux	O (9 plis)	N (7 plis)	M (5 plis)	S (7 plis) traité
Témoin (T)	270 (234 ⟶ 346)	261 (214 ⟶ 292)	233 (169 ⟶ 269)	290 (228 ⟶ 410)
Sur milieu (M)	245 (192 ⟶ 357)	235 (201 ⟶ 269)	202 (146 ⟶ 228)	233 (198 ⟶ 258)
C. versicolor	51 (27 ⟶ 68)	63 (50 ⟶ 86)	51 (41 ⟶ 72)	141 (80 ⟶ 211)
Antrodia sp.	217 (165 ⟶ 288)	196 (174 ⟶ 262)	173 (98 ⟶ 251)	230 (210 ⟶ 287)

TABLEAU 6

CONTRAINTES DE RUPTURE DES PANNEAUX EN **PEUPLIER**

Panneaux	L (15 plis)	K (9 plis)	J (7 plis)	I (5 plis)	R (7 plis) traité
Témoin (T)	614 (552 ⟶ 659)	543 (477 ⟶ 609)	475 (365 ⟶ 591)	430 (383 ⟶ 474)	511 (436 ⟶ 581)
Sur milieu (M)	492 (440 ⟶ 574)	576 (470 ⟶ 680)	431 (353 ⟶ 607)	414 (328 ⟶ 524)	424 (360 ⟶ 496)
C. versicolor	464 (406 ⟶ 551)	304 (128 ⟶ 426)	139 (112 ⟶ 166)	102 (37 ⟶ 141)	307 (219 ⟶ 515)
Antrodia sp.	444 (316 ⟶ 505)	449 (308 ⟶ 591)	54 (0 ⟶ 235)	5 (0 ⟶ 17)	442 (423 ⟶ 465)

TABLEAU 7

COEFFICIENTS DE RÉSISTANCE MOYENS DES PANNEAUX

(les écarts-types sont mis entre parenthèses)

Essences \ Panneaux	Coriolus versicolor					Antrodia sp.				
	15 plis	9 plis	7 plis	5 plis	7 plis (traité)	15 plis	9 plis	7 plis	5 plis	7 plis (traité)
Okoumé	85,2 (13,1)	78,4 (21,7)	59,8 (8,6)	53,4 (29,7)	61,8 (21,8)	83,4 (12,5)	79,3 (15,1)	11,7 (4,5)	7,3 (8,9)	89,1 (10,5)
Ozigo	101,7 * (6,4)	76,4 (12,1)	80,2 (16,2)	54,7 (8,9)	74,9 (11,5)	99,8 (6,9)	92,2 (15,2)	81,9 (27,5)	77,8 (6,7)	100,2 * (8,9)
Fromager	—	20,7 (5,7)	27,1 (4,7)	25,3 (5,8)	60,5 (20,8)	—	88,5 (19,1)	83,4 (12,2)	85,8 (26,4)	98,7 (10,7)
Peuplier	94,3 (8,6)	52,8 (18,0)	32,2 (4,4)	24,8 (8,7)	72,4 (21,5)	90,3 (12,8)	77,9 (17,2)	12,5 (21,9)	1,2 (1,7)	104,3 * (4,0)

(*) Valeurs calculées supérieures à 100, mais non significativement différentes de 100.

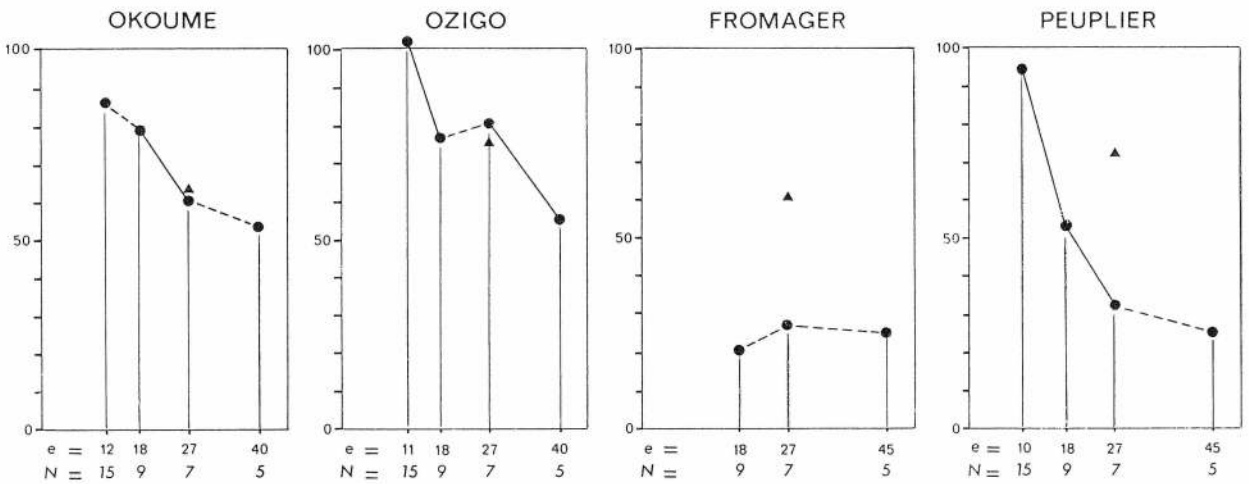


FIG. 2. — *Evolution des coefficients de résistance des panneaux (en ordonnées) en fonction du nombre de plis (en abscisses) après exposition à* Coriolus versicolor.

N = nombre de plis — e = épaisseur des plis (en $1/10^e$ mm) — ▲ = panneau traité.

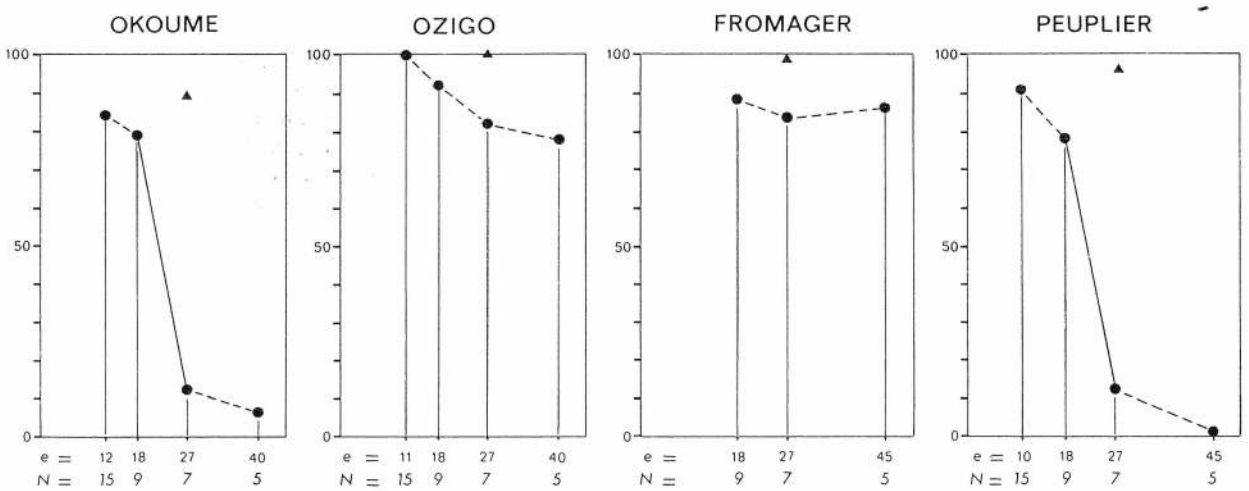


FIG. 3. — *Evolution des coefficients de résistance des panneaux (en ordonnées) en fonction du nombre de plis (en abscisses) après exposition à* Antrodia sp.

N = nombre de plis — e = épaisseur des plis (en $1/10^e$ mm) — ▲ = panneau traité.

CONCLUSION

Si l'on excepte le Fromager, l'observation globale des graphiques représentant l'évolution du coefficient de résistance à la pourriture (calculé à partir de l'affaiblissement, sous l'action des champignons, de la résistance des panneaux en flexion statique), montre une décroissance de ce coefficient en sens inverse de l'augmentation de l'épaisseur des plis. Cette simple observation visuelle ne ferait que renforcer la présomption qui était à l'origine de l'hypothèse faite sur l'influence de l'épaisseur des plis, si l'analyse statistique des résultats ne démontrait que dans d'assez nombreux cas les différences observées sont significatives au taux élevé de probabilité choisi.

Il n'en demeure pas moins que s'agissant d'une étude à caractère exploratoire, ces premiers résultats, pour intéressants qu'ils apparaissent, exigent d'être confirmés et complétés par d'autres essais portant notamment sur d'autres espèces de bois. Cette réserve de prudence étant faite, les résultats obtenus autorisent néanmoins un certain nombre d'observations et de réflexions, sinon de conclusions à proprement parler.

Chez l'OKOUMÉ, la différence significative observée se situe aussi bien dans le cas du champignon de pourriture fibreuse que dans celui du champignon de pourriture cubique, entre les épaisseurs de 18 et 27/10, et elle est particulièrement importante dans le second cas, le coefficient de résistance chutant de près de 80 pour l'épaisseur 18/10 a à peine plus de 10 pour l'épaisseur 27/10.

Si l'on compare le comportement du panneau traité fongicide (épaisseur de plis : 27/10) à son homologue direct non traité, on remarque que leurs coefficients de résistance sont très voisins par rapport au champignon de pourriture fibreuse, mais très différents, en faveur du panneau traité, par rapport au champignon de pourriture cubique.

On observe aussi, en comparant le panneau traité aux panneaux non traités en 12 et 18/10 d'épaisseurs de plis, qu'il s'est moins bien comporté que ceux-ci vis-à-vis du champignon de pourriture fibreuse, alors que, vis-à-vis du champignon de pourriture cubique, les trois panneaux se situent à peu près au même niveau.

Chez l'OZIGO, dont divers essais antérieurs (2) ont montré que sous forme de panneau contreplaqué il témoigne d'une résistance à la pourriture un peu supérieure à celle de l'Okoumé, on observe, vis-à-vis du champignon de pourriture fibreuse, des différences significatives de résistance, d'une part entre les épaisseurs 11/10 (coefficient de résistance maximum) et 18/10, et d'autre part entre les épaisseurs 27 et 40/10 (dans ce dernier cas, coefficient de résistance peu supérieur à 50). Vis-à-vis du champignon de pourriture cubique, la décroissance du coefficient de résistance est faible et, entre deux épaisseurs successives, aucune différence n'est significative, mais elle l'est entre 18 et 40/10 et *a fortiori* entre 11 et 40/10.

Si l'on compare le comportement du panneau traité fongicide (27/10) à celui de son homologue direct non traité, on remarque que leurs coefficients de résistance sont :

— très voisins par rapport au champignon de pourriture fibreuse,

— différents par rapport au champignon de pourriture cubique, en faveur du panneau traité dont l'indice est au niveau maximum.

Mais il est à remarquer aussi que cet indice au niveau maximum (100) est obtenu également — **et vis-à-vis des deux champignons** — avec les panneaux constitués de plis de 11/10 sans traitement.

Chez le PEUPLIER, dont l'examen des graphiques montre certaines analogies avec l'Okoumé (cas du champignon de pourriture cubique), des différences significatives et importantes s'observent, pour chacun des deux champignons utilisés, entre 10, 18 et 27/10 pour la pourriture fibreuse, et entre 18 et 27/10 pour la pourriture cubique.

Si l'on compare le comportement du panneau traité fongicide (27/10) à celui de son homologue direct non traité, on remarque que leurs coefficients de résistance sont différents avec chacun des champignons, à l'avantage du panneau traité ; celui-ci a montré une résistance totale à l'action du champignon de pourriture cubique, mais vis-à-vis du champignon de pourriture fibreuse, il se situe cependant moins bien que le non-traité en 10/10 dont le coefficient est peu éloigné du niveau maximum.

Les résultats de ces premiers essais ont montré, pour les panneaux essayés et dans les conditions expérimentales définies, que dans le cas de trois des quatre espèces de bois choisies, l'épaisseur des plis (ce terme intégrant l'ensemble des facteurs, notamment de fabrication, qui y sont liés) a eu une influence sur la résistance des panneaux à la pourriture telle qu'évaluée par la diminution de résistance en flexion statique. Il est cependant indispensable que des expériences plus poussées permettent d'aller plus loin, en particulier dans le sens d'une caractérisation plus fine du comportement spécifique des principales essences employées ou employables à la fabrication de contreplaqué et dont certaines vraisemblablement, auraient un comportement semblable à celui observé pour le Fromager (et qui demanderait peut-être à être confirmé), à savoir une résistance des panneaux à la pourriture apparemment indépendante de l'épaisseur des plis, du moins pour les épaisseurs étudiées.

En ce qui concerne le panneau traité, les résultats obtenus sont tout à fait en conformité avec les enseignements de nombreux essais antérieurs, c'est-à-dire bons à très bons à l'égard du risque de pourriture cubique, mais médiocres à moyens seulement à l'égard du risque de pourriture fibreuse. Ces différences sont sans doute en grande partie dues au fait que l'efficacité intrinsèque des produits fongicides employés usuellement à la préservation des contreplaqués est sensible-

ment plus faible à l'égard des champignons de pourriture fibreuse qu'à l'égard des champignons de pourriture cubique. Un autre facteur doit certainement être également considéré : la perméabilité spécifique de chaque espèce de bois (décroissante, dans l'expérience présentée, dans le sens Fromager-Peuplier/Okoumé-Ozigo).

Devant la difficulté, courante, d'obtenir des panneaux traités fongicides à haute résistance à la pourriture fibreuse, dont personne ne saurait nier qu'elle constitue, dans la réalité, une menace à ne pas négliger, on peut imaginer qu'il serait plus facile d'atteindre le but recherché en associant un traitement fongicide et une épaisseur optimale des placages, étant entendu que cette épaisseur optimale ne pourrait, dans de nombreux cas et pour des raisons d'ordre économique, être l'épaisseur minimale techniquement possible. Ces mesures combinées permettraient d'éviter une augmentation inconsidérée des doses d'antiseptiques, d'une part coûteuse et d'autre part, le plus souvent nuisible à la qualité des collages.

Toutes les considérations qui précèdent montrent l'intérêt et l'importance des expériences nombreuses qui restent à entreprendre (étude des espèces de bois, extension de la gamme des champignons d'essai, recherche des combinaisons composition-protection, etc.) pour apporter réponse aux multiples questions posées.

BIBLIOGRAPHIE

(1) FOUGEROUSSE (M.) et BARRAY (R.). — Recherches méthodologiques sur la détermination de la résistance à la pourriture de panneaux contreplaqués et de panneaux de particules. *Le bois d'Aujourd'hui,* n° 42, 49-53, 1976, n° 43, 49-52, 1977.

(2) CENTRE TECHNIQUE DU BOIS – CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL. — Etude sur la durabilité des panneaux contreplaqués faits à partir d'essences diverses. Rapport final, Juin 1979.

(3) ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. — Norme expérimentale B 51-295. Panneaux de particules — Méthode d'essai de la résistance à la pourriture (champignons basidiomycètes). Mai 1980.