

Rapport final

n° 401/10/2510R/1 à /4 - Laboratoire de Biologie

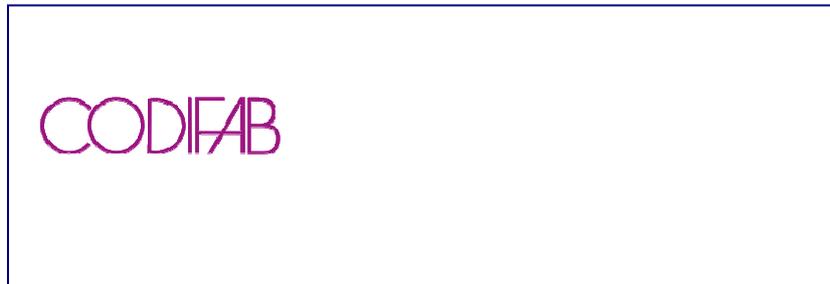
Projet de recherche « DUR NAT MEN EXT »

Evaluation de la durabilité naturelle d'une essence de bois vis-à-vis des champignons lignivores pour la fabrication de menuiseries industrielles sans traitement de préservation

23/12/11

Durée du projet : 15 mois (09/2010 à 12/2011)

Avec le soutien du :



Commanditaires : FFB – CAPEB – UFME

Partenaires :



1- Contexte

Alors que les essences de bois tropicales restent encore majoritaires pour la fabrication de menuiseries en bois, l'approvisionnement du marché européen, en particulier le marché français devient difficile. Depuis une dizaine d'années, la production des essences (naturellement durables ou non durables) utilisées pour les menuiseries ne cesse de diminuer, voire est réduite à néant dans certains cas. Aussi le secteur de la menuiserie bois, qui n'a pas encore trouvé d'essence de substitution, est en grande difficulté, et des alternatives doivent être trouvées.

De nouvelles essences commencent à apparaître sur le marché européen mais ne sont pas encore caractérisées du point de vue de leur durabilité naturelle. La demande des menuisiers concerne la possibilité d'utiliser ces essences pour des emplois en menuiserie (classes d'emploi 3a et 3b). La caractérisation de la durabilité naturelle d'une part et la possibilité d'assurer un traitement de préservation d'autre part (en cas de durabilité naturelle insuffisante ou irrégulière) sont deux voies à explorer pour pouvoir répondre à cette demande des menuisiers. La caractérisation de la durabilité naturelle d'une nouvelle essence fait l'objet de ce rapport.

2- Objectif du projet

Ce projet vise à :

- évaluer la durabilité naturelle d'une essence : l'izombé (choisie par les professionnels- et dont la durabilité naturelle n'est pas référencée dans la norme EN350-2) vis à vis des champignons basidiomycètes lignivores,
- valider (ou non) sa mise en œuvre sans traitement en classe d'emploi 3 (par rapport au risque de dégradation par les champignons) sous climat tempéré.

Au lancement du projet plusieurs essences devaient être initialement évaluées. Les professionnels ont finalement sélectionné une seule essence : l'izombé.

L'izombé (*Testulea gabonensis*) est un bois tropical. C'est une essence de la famille des Ochnaceae qui provient d'Afrique (Gabon, Cameroun, Congo). Dans le cadre de cette étude, l'izombé provient du Gabon.

La résistance du duramen de l'izombé est évaluée vis-à-vis de champignons lignivores caractéristiques des champignons se développant en classe d'emploi 3, sous climat tempéré. Sa durabilité est évaluée par un test de laboratoire.

Afin d'obtenir des résultats fiables, des essences de référence de durabilités connues sont testées en parallèle. Le duramen de moabi (très durable), le duramen de chêne (très durable à durable), et le hêtre (non durable) sont testés.

3- Matériels et méthodes

Le laboratoire chargé de cette étude est le laboratoire de biologie de FCBA à Bordeaux.

La méthode d'essai est la méthode européenne CEN/TS 15083-1 (2005) - Partie 1 : Basidiomycètes.

Toutes les essences de bois ont été fournies sous forme de planches issues de trois arbres avec la traçabilité indiquée par les fournisseurs tel que décrit ci-après.

L'identification des essences a été confirmée par observations microscopiques.

Essence de bois testée:

ESSENCE	date réception	fournisseur	Réf fournisseur	N° arbre	N° plateau	ref FCBA	Traçabilité donnée par le fournisseur		
							Lot	n° origine	date sciage
Izombé (duramen) <i>Testulea gabonensis</i>	23/07/2010	Millet	1.1	1	1	10/2510R/1 / 1.1	Lot n°304	1154/4 T2	08/04/2009
			1.2		2	10/2510R/1 / 1.2			
			1.3		3	10/2510R/1 / 1.3			
			1.4		4	10/2510R/1 / 1.4			
			2.1	2	1	10/2510R/1 / 2.1	Lot n°304	1159/1 T3	08/04/2009
			2.2		2	10/2510R/1 / 2.2			
			2.3		3	10/2510R/1 / 2.3			
			2.4		4	10/2510R/1 / 2.4			
			3.1	3	1	10/2510R/1 / 3.1	Lot n°304	1107/1 T1	09/04/2009
			3.2		2	10/2510R/1 / 3.2			
			3.3		3	10/2510R/1 / 3.3			
			3.4		4	10/2510R/1 / 3.4			

Izombé : vérification d'essence FCBA n°401/10/2716 Y/1 du 24/08/11 (lot FCBA n°07/2010)

Essences de référence testées:

Moabi (duramen) <i>Baillonella toxisperma</i>	22/09/2010	Pasquet	grume 1	1	1	10/2510R/2 / 1.1	n.c.	n.c.	n.c.
			grume 1		2	10/2510R/2 / 1.2			
			grume 1		3	10/2510R/2 / 1.3			
			grume 2	2	1	10/2510R/2 / 2.1			
			grume 2		2	10/2510R/2 / 2.2			
			grume 2		3	10/2510R/2 / 2.3			
			grume 3	3	1	10/2510R/2 / 3.1			
			grume 3		2	10/2510R/2 / 3.2			
			grume 3		3	10/2510R/2 / 3.3			
			grume 3		4	10/2510R/2 / 3.4			

Moabi : vérification d'essence FCBA n°401/10/2717Y /1 du 24/08/11 (lot FCBA n°08/2010)

Chêne (duramen) <i>Quercus robur</i>	16/11/2010	Scierie Genet	jaune	1	1	10/2510R/3/1.1	n.c.	n.c.	n.c.
					2	10/2510R/3/1.2			
					3	10/2510R/3/1.3			
			bleu	2	1	10/2510R/3/2.1			
					2	10/2510R/3/2.2			
					3	10/2510R/3/2.3			
			rouge	3	1	10/2510R/3/3.1			
					2	10/2510R/3/3.2			
					3	10/2510R/3/3.3			

Chêne : vérification d'essence FCBA n°401/10/2715Y /1 du 24/08/11 (lot FCBA n°06/2010)

Hêtre <i>Fagus sylvatica</i>	16/11/2010	Scierie Genet	jaune	1	1	10/2510R/4/1.1	n.c.	n.c.	n.c.
					2	10/2510R/4/1.2			
					3	10/2510R/4/1.3			
			bleu	2	1	10/2510R/4/2.1			
					2	10/2510R/4/2.2			
					3	10/2510R/4/2.3			
			rouge	3	1	10/2510R/4/3.1			
					2	10/2510R/4/3.2			
					3	10/2510R/4/3.3			

Hêtre : vérification d'essence FCBA n°401/10/2714Y/ 1 du 11/01/11 (lot FCBA n°05/2010)
 n.c. : non communiqué par le fournisseur

La masse volumique des essences de bois séchées (anhydres) a été mesurée : duramen d'izombé : 663 kg/m³, duramen de moabi : 738 kg/m³, duramen de chêne : 559 kg/m³, hêtre : 617 kg/m³.

120 échantillons de 50x25x15 mm ont été préparés pour chaque essence à partir des 3 arbres. Les échantillons ont été conditionnés à 20 °C +/- 2 °C et 65% +/- 5% d'humidité relative, puis stérilisés aux rayonnements gamma.

Deux champignons basidiomycètes ont été cultivés en culture pure sur bocal de gélose (malt 4%, agar 2%) : *Coniophora puteana* (BAM Ebw 15) qui est un champignon de pourriture cubique, et *Coriolus versicolor* (CTB 863 A) qui est un champignon de pourriture fibreuse.

60 échantillons par essence ont été exposés à chacun des champignons en bocal sur gélose, pendant 4 mois, en conditions contrôlées (22°C +/- °C et 70 % +/- 5% d'humidité relative).

En dérogation à la méthode CEN/TS 15083-1, les poids secs initiaux n'ont pas été estimés à partir d'un coefficient d'humidité. Ils ont été mesurés après séchage au four, ce qui a permis de calculer précisément la perte de masse de chaque éprouvette sans passer par un coefficient d'humidité.

4- Résultats et discussion

Les résultats sont exprimés en pourcentage de perte de masse du bois par rapport à la masse sèche initiale. Cette perte de masse est causée par les champignons lignivores qui sont capables de dégrader la lignine et/ou la cellulose. Une faible perte de masse indique une faible attaque du bois par les champignons et inversement.

Validité de l'essai

L'essai est valide si les champignons ont suffisamment dégradé des essences de bois témoins non durables tels que l'aubier de pin sylvestre et le hêtre.

Résultats de pertes de masse moyenne des éprouvettes de contrôle de virulence des champignons:

C. puteana : 35.0% sur aubier de pin sylvestre

37.0% sur hêtre

C. versicolor : 23.1% sur hêtre

Les pertes de masse moyennes causées par *C. puteana* sont supérieures à 30%, et celles causées par *C. versicolor* sont supérieures à 20%, l'essai est donc valide selon les critères de la méthode CEN/TS 15083-1.

Tableau des classes de durabilité naturelle selon la méthode CEN/TS 15083-1

La classe de durabilité naturelle d'une essence est définie en fonction du pourcentage de perte de masse médiane des échantillons de bois. Cette perte de masse étant causée par le champignon le plus virulent des deux champignons testés.

Classe de durabilité	Description	Perte de masse médiane (pm) (%) [*]
1	Très durable	pm ≤ 5
2	Durable	5 < pm ≤ 10
3	Moyennement durable	10 < pm ≤ 15
4	Peu durable	15 < pm ≤ 30
5	Non durable	30 < pm

^{*} obtenue avec le champignon le plus virulent

Tableaux de valeurs brutes :

Essence en essai : annexes 1 à 2

Essences de référence : annexes 3 à 8

Tableau de synthèse des résultats :

Classes de durabilité naturelle de l'izombé et des essences de référence vis-à-vis des champignons basidiomycètes lignivores

Essence testée	Essence	Classes de durabilité issues des résultats du test				Classes de durabilité selon EN350-2	
		Champignon	Perte de masse médiane (%) m/m	Classe de durabilité naturelle	Description	Classe de durabilité naturelle	Description
IZOMBE <i>Testulea gabonensis</i> (duramen)	<i>Coniophora puteana</i>	0.0	1	Très durable	n.d.	n.d.	
	<i>Coriolus versicolor</i>	0.0					
MOABI <i>Baillonella toxisperma</i> (duramen)	<i>Coniophora puteana</i>	0.6	1	Très durable	1	Très durable	
	<i>Coriolus versicolor</i>	0.7					
	CHENE <i>Quercus robur</i> (duramen)	<i>Coniophora puteana</i>	0.1	1	Très durable	1 à 2	Très durable à Durable
		<i>Coriolus versicolor</i>	1.4				
	HETRE <i>Fagus sylvatica</i>	<i>Coniophora puteana</i>	37.0	5	Non durable	5	Non durable
		<i>Coriolus versicolor</i>	20.7				

n.d. : non déterminé (essence non listée dans l'EN350-2)

Les essences de référence permettent d'indiquer la sévérité du test. Ainsi une essence très durable (duramen de moabi), une essence très durable à durable (duramen de chêne) et une essence non durable (hêtre) avaient été sélectionnées à partir des données de la norme EN350-2. Les classes de durabilité de ces essences obtenues dans le test sont identiques à celles indiquées dans la norme EN350.2. Ainsi, le test réalisé est représentatif des données de la norme EN350-2.

Le duramen d'izombé n'est pas dégradé par *Coniophora* ni *Coriolus* dans le test CEN/TS15083-1. La perte de masse médiane est de 0.0%. Ces résultats proviennent de 120 échantillons de duramen testés (60 exposés à *Coniophora* et 60 exposés à *Coriolus*) issus de 3 arbres différents et de différentes planches (annexes 1 et 2). Sur ces 120 échantillons testés, seuls 4 échantillons présentent des pertes de masse qui correspondent à une dégradation fongique supérieure à 5%. Ces échantillons n° 16 à 20 exposés à *Coriolus* proviennent tous de l'arbre 1 et de la planche 4 (annexe 2). Il s'agit probablement d'une planche qui contient de l'aubier car elle était située près de la dosse.

Ainsi le duramen d'izombé testé (provenant du Gabon) a une classe de durabilité 1 « très durable » vis-à-vis des champignons basidiomycètes lignivores de climat tempéré.

La norme EN 460 fixe les exigences de durabilité du bois pour son utilisation selon les classes d'emploi.

En ce qui concerne la durabilité vis-à-vis des champignons basidiomycètes et selon la norme EN 460, le duramen d'izombé provenant du Gabon peut être utilisé en classe d'emploi 3a et 3b (en climat tempéré) pour les menuiseries extérieures sans traitement de préservation.

Il est à noter que la durabilité naturelle de l'izombé vis-à-vis des insectes n'a pas été évaluée. Or, la norme française NFB 50-100-4 « Définition des classes d'emploi - Déclaration nationale sur la situation des agents biologiques » mentionne l'occurrence des insectes à larves xylophages et des termites en classes d'emploi 1, 2, 3 et 4.

5- Perspectives

Le duramen d'izombé provenant du Gabon étant très durable vis-à-vis des champignons basidiomycètes, une application en classe d'emploi 4 peut également être envisagée sous réserve de tests complémentaires. Dans ce cas il serait pertinent de tester sa résistance aux champignons et microorganismes du sol selon la méthode CEN/TS15083-2 (qui est la méthode complémentaire à celle utilisée dans ce rapport) ainsi que sa résistance aux insectes à larves xylophages et aux termites.

Les aspects mécaniques et de mise en œuvre de cette essence sont également à prendre en compte selon l'application finale visée.

D'autres essences dont la durabilité n'est pas connue pourraient être évaluées quant à leur durabilité naturelle ou bien leur imprégnabilité. Les menuisiers disposeraient ainsi de plus d'informations et d'un choix plus large d'essences naturellement durables ou bien traitées avec un produit de préservation.

Martine GABILLE
Technicienne Mycologie
Laboratoire de Biologie

Isabelle LE BAYON
Responsable Technique Mycologie
Laboratoire de Biologie

Annexe 1 : Tableau des pertes de masses et humidités des éprouvettes d'IZOMBE exposées à *C.puteana*

Essence	Arbre	n° planche	REF	Humidité H (%m/m)	H médiane (% m/m)	Perte de masse (% m/m)	Perte de masse médiane (% m/m)
IZOMBE (duramen)	1	1	1	44.6	31.6	0.0	0.0
	1	1	2	38.1		0.0	
	1	1	3	31.6		0.0	
	1	1	4	32.2		0.0	
	1	1	5	30.1		0.0	
	1	2	6	29.1		0.0	
	1	2	7	30.0		0.0	
	1	2	8	32.5		0.0	
	1	2	9	30.9		0.0	
	1	2	10	32.7		0.0	
	1	3	11	29.2		0.3	
	1	3	12	32.1		0.2	
	1	3	13	31.9		1.5	
	1	3	14	29.0		1.1	
	1	3	15	28.3		0.0	
	1	4	16	43.1		1.2	
	1	4	17	44.7		0.6	
	1	4	18	38.1		1.4	
	1	4	19	37.8		0.8	
	1	4	20	36.6		1.4	
	2	1	21	29.5		0.0	
	2	1	22	30.4		0.0	
	2	1	23	35.5		0.0	
	2	1	24	31.0		0.0	
	2	1	25	33.0		0.0	
	2	2	26	31.5		0.0	
	2	2	27	27.4		0.0	
	2	2	28	29.5		0.0	
	2	2	29	32.8		0.0	
	2	2	30	35.0		0.0	
	2	3	31	29.3		0.9	
	2	3	32	26.9		0.0	
	2	3	33	30.3		0.0	
	2	3	34	29.1		1.4	
	2	3	35	27.0		0.1	
	2	4	36	31.8		0.0	
	2	4	37	35.7		0.5	
	2	4	38	45.3		0.0	
	2	4	39	33.2		0.0	
	2	4	40	34.3		0.0	
	3	1	41	24.6		0.1	
	3	1	42	25.8		0.0	
	3	1	43	25.1		0.0	
	3	1	44	24.7		0.0	
	3	1	45	28.2		0.0	
	3	2	46	30.2		0.0	
	3	2	47	31.6		0.0	
	3	2	48	28.6		0.0	
	3	2	49	31.1		0.4	
	3	2	50	32.8		0.2	
	3	3	51	28.4		0.5	
	3	3	52	29.8		0.4	
	3	3	53	34.0		3.0	
	3	3	54	35.0		1.0	
	3	3	55	31.1		0.1	
	3	4	56	33.6		0.0	
	3	4	57	33.8		0.0	
	3	4	58	35.6		0.0	
	3	4	59	37.3		0.0	
	3	4	60	43.6		0.0	

Annexe 2 : Tableau des pertes de masses et humidités des éprouvettes d'IZOMBE exposées à *C.versicolor*

Essence	Arbre	n°planche	REF	Humidité H (%) m/m	H médiane (%) m/m	Perte de masse (%) m/m	Perte de masse médiane (%) m/m
IZOMBE (duramen)	1	1	1	28.5	29.9	0.0	0.0
	1	1	2	28.4		0.0	
	1	1	3	32.1		0.0	
	1	1	4	27.2		0.0	
	1	1	5	31.2		0.0	
	1	2	6	30.4		0.0	
	1	2	7	29.7		0.0	
	1	2	8	30.7		0.0	
	1	2	9	28.0		0.0	
	1	2	10	31.7		0.1	
	1	3	11	31.2		0.0	
	1	3	12	29.6		0.0	
	1	3	13	29.8		0.0	
	1	3	14	27.9		0.0	
	1	3	15	33.9		0.0	
	1	4	16	75.2		19.5	
	1	4	17	47.6		13.2	
	1	4	18	62.8		16.3	
	1	4	19	33.5		12.1	
	1	4	20	51.4		13.1	
	2	1	21	31.2		0.0	
	2	1	22	30.9		0.0	
	2	1	23	29.5		0.0	
	2	1	24	29.9		0.0	
	2	1	25	27.7		0.0	
	2	2	26	27.3		0.0	
	2	2	27	30.3		0.0	
	2	2	28	31.8		0.0	
	2	2	29	29.4		0.0	
	2	2	30	26.7		0.0	
	2	3	31	29.1		0.0	
	2	3	32	29.7		0.0	
	2	3	33	34.6		0.0	
	2	3	34	29.5		0.0	
	2	3	35	29.8		0.0	
	2	4	36	29.4		0.0	
	2	4	37	28.4		0.0	
	2	4	38	26.3		0.0	
	2	4	39	34.7		0.0	
	2	4	40	33.1		0.1	
	3	1	41	30.5		0.0	
	3	1	42	29.2		0.0	
	3	1	43	26.9		0.0	
	3	1	44	23.3		0.0	
	3	1	45	32.6		0.0	
	3	2	46	26.9		0.0	
	3	2	47	31.8		0.0	
	3	2	48	29.0		0.0	
	3	2	49	31.1		0.0	
	3	2	50	27.1		0.0	
	3	3	51	38.0		0.0	
	3	3	52	31.2		0.0	
	3	3	53	33.7		0.0	
	3	3	54	32.6		0.0	
	3	3	55	32.8		0.0	
	3	4	56	24.9		0.0	
	3	4	57	28.4		0.0	
	3	4	58	29.4		0.0	
	3	4	59	31.8		0.0	
	3	4	60	30.0		0.0	

Annexe 3 : Tableau des pertes de masses et humidités des éprouvettes de **MOABI** exposées à **C.puteana**

Essence	Arbre	n° planche	REF	Humidité H (%) m/m	H médiane (%) m/m	Perte de masse (%) m/m	Perte de masse médiane (%) m/m
MOABI (duramen)	1	1	1	29.8	30.3	0.7	0.6
	1	1	2	30.9		0.8	
	1	1	3	33.2		0.8	
	1	1	4	31.7		0.9	
	1	1	5	31.6		0.9	
	1	1	6	31.5		1.0	
	1	2	7	31.2		0.9	
	1	2	8	31.4		0.7	
	1	2	9	30.4		0.8	
	1	2	10	30.5		0.9	
	1	2	11	33.0		1.0	
	1	2	12	33.5		0.8	
	1	3	13	31.1		0.7	
	1	3	14	31.2		0.7	
	1	3	15	36.0		0.7	
	1	3	16	36.7		0.9	
	1	3	17	29.1		0.8	
	1	3	18	30.6		0.9	
	2	1	19	28.0		0.5	
	2	1	20	28.2		0.5	
	2	1	21	30.1		0.5	
	2	1	22	32.3		0.6	
	2	1	23	30.9		0.5	
	2	1	24	32.3		0.6	
	2	2	25	28.6		0.5	
	2	2	26	29.6		0.4	
	2	2	27	30.5		0.4	
	2	2	28	30.4		0.3	
	2	2	29	28.7		0.3	
	2	2	30	28.4		0.4	
	2	3	31	29.0		0.3	
	2	3	32	29.8		0.4	
	2	3	33	31.1		0.4	
	2	3	34	29.1		0.3	
	2	3	35	29.1		0.4	
	2	3	36	28.4		0.4	
	3	1	37	30.2		0.5	
	3	1	38	29.4		0.5	
	3	1	39	29.9		0.5	
	3	1	40	30.4		0.5	
	3	1	41	30.0		0.6	
	3	1	42	29.8		0.6	
	3	2	43	28.6		0.5	
	3	2	44	28.8		0.6	
	3	2	45	32.8		0.6	
	3	2	46	32.7		0.9	
	3	2	47	27.4		0.9	
	3	2	48	28.1		0.9	
	3	3	49	31.3		0.6	
	3	3	50	31.3		0.6	
	3	3	51	28.6		0.6	
	3	3	52	29.0		0.6	
	3	3	53	27.9		0.7	
	3	3	54	27.9		0.7	
	3	4	55	26.6		0.5	
	3	4	56	27.0		0.6	
	3	4	57	30.9		0.6	
	3	4	58	30.2		0.6	
	3	4	59	31.4		0.6	
	3	4	60	31.0		0.5	

Annexe 4 : Tableau des pertes de masses et humidités des éprouvettes de MOABI exposées à C.versicolor

Essence	Arbre	n°planche	REF	Humidité H (%) m/m	H médiane (%) m/m	Perte de masse (%) m/m	Perte de masse médiane (%) m/m
MOABI (duramen)	1	1	1	28.2	30.3	0.8	0.7
	1	1	2	29.1		0.9	
	1	1	3	30.7		1.0	
	1	1	4	30.8		0.9	
	1	1	5	35.9		1.1	
	1	1	6	29.4		1.1	
	1	2	7	30.6		0.8	
	1	2	8	30.6		0.9	
	1	2	9	33.0		1.3	
	1	2	10	31.6		1.0	
	1	2	11	32.2		1.0	
	1	2	12	33.1		1.1	
	1	3	13	34.4		1.1	
	1	3	14	30.6		0.8	
	1	3	15	34.6		0.9	
	1	3	16	35.0		1.0	
	1	3	17	30.4		1.0	
	1	3	18	30.7		1.0	
	2	1	19	29.1		0.7	
	2	1	20	29.0		0.8	
	2	1	21	28.2		0.6	
	2	1	22	29.3		0.6	
	2	1	23	31.3		0.6	
	2	1	24	31.0		0.6	
	2	2	25	29.8		0.5	
	2	2	26	30.1		0.5	
	2	2	27	31.7		0.5	
	2	2	28	31.5		0.5	
	2	2	29	28.9		0.5	
	2	2	30	28.9		0.4	
	2	3	31	30.3		0.5	
	2	3	32	28.7		0.5	
	2	3	33	31.8		0.5	
	2	3	34	29.9		0.5	
	2	3	35	33.5		0.4	
	2	3	36	34.1		0.4	
	3	1	37	29.4		0.6	
	3	1	38	28.7		0.7	
	3	1	39	28.2		0.7	
	3	1	40	29.2		0.6	
	3	1	41	29.1		0.7	
	3	1	42	29.2		0.6	
	3	2	43	30.7		0.8	
	3	2	44	31.4		0.8	
	3	2	45	30.2		0.7	
	3	2	46	30.2		0.9	
	3	2	47	29.2		1.0	
	3	2	48	29.7		1.0	
	3	3	49	29.6		0.9	
	3	3	50	29.6		0.8	
	3	3	51	29.3		0.8	
	3	3	52	29.1		0.8	
	3	3	53	30.7		0.8	
	3	3	54	30.7		0.7	
	3	4	55	29.9		0.8	
	3	4	56	29.9		0.2	
	3	4	57	30.3		0.3	
	3	4	58	32.0		0.7	
	3	4	59	30.3		0.7	
	3	4	60	30.2		0.6	

Annexe 5 : tableau des pertes de masse et humidité des éprouvettes de **CHENE** exposées à **C.puteana**

Essence	Arbre	n°planche	REF	Humidité H (%) m/m	H médiane (%) m/m	Perte de masse (%) m/m	Perte de masse médiane (%) m/m
CHENE (duramen)	1	1	1	34,0	35,9	0,5	0,1
	1	1	2	34,1		0,9	
	1	1	3	45,8		0,9	
	1	1	4	43,4		1,4	
	1	1	5	34,5		1,6	
	1	1	6	37,2		0,4	
	1	1	7	38,7		0,3	
	1	2	8	39,5		0,1	
	1	2	9	42,4		0,7	
	1	2	10	43,4		0,3	
	1	2	11	39,1		0,2	
	1	2	12	37,9		0,1	
	1	2	13	43,1		0,4	
	1	2	14	38,7		0,5	
	1	3	15	37,3		0,5	
	1	3	16	38,9		0,6	
	1	3	17	35,1		0,7	
	1	3	18	36,4		0,6	
	1	3	19	32,3		0,8	
	1	3	20	34,8		0,7	
	1	3	21	35,2		0,5	
	2	1	22	32,9		0,3	
	2	1	23	31,2		1,6	
	2	1	24	35,2		0,0	
	2	1	25	31,2		0,0	
	2	1	26	33,7		0,9	
	2	1	27	28,0		0,8	
	2	1	28	27,0		0,8	
	2	2	29	35,5		0,0	
	2	2	30	34,6		0,0	
	2	2	31	39,5		0,0	
	2	2	32	39,7		0,0	
	2	2	33	33,1		0,0	
	2	2	34	31,9		0,0	
	2	2	35	45,2		0,0	
	2	3	36	35,6		0,7	
	2	3	37	33,3		1,6	
	2	3	38	34,2		0,7	
	2	3	39	30,7		0,2	
	2	3	40	30,0		0,7	
	2	3	41	38,9		0,9	
	2	3	42	38,2		0,8	
	3	1	43	30,1		0,0	
	3	1	44	31,4		0,0	
	3	1	45	32,0		0,0	
	3	1	46	31,5		0,0	
	3	1	47	36,8		0,0	
	3	1	48	34,8		0,0	
	3	1	49	35,9		0,0	
	3	2	50	38,6		0,0	
	3	2	51	35,0		0,0	
	3	2	52	34,9		0,0	
	3	2	53	38,7		0,0	
	3	2	54	36,3		0,0	
	3	2	55	38,6		0,0	
	3	2	56	42,3		0,0	
	3	3	57	35,5		0,0	
	3	3	58	36,2		0,0	
	3	3	59	36,9		0,0	
	3	3	60	40,3		0,0	
	3	3	61	36,7		0,0	
	3	3	62	36,0		0,0	
	3	3	63	45,8		0,0	

Annexe 6 : tableau des pertes de masse et humidité des éprouvettes de CHENE exposées à *C.versicolor*

Essence	Arbre	n°planche	REF	Humidité H (%) m/m	H médiane (%) m/m	Perte de masse (%) m/m	Perte de masse médiane (%) m/m
CHENE (duramen)	1	1	1	51,5	46,7	3,0	1,4
	1	1	2	50,3		3,3	
	1	1	3	46,4		1,1	
	1	1	4	54,3		4,3	
	1	1	5	41,1		2,1	
	1	1	6	47,6		3,0	
	1	1	7	45,5		1,4	
	1	2	8	51,5		2,1	
	1	2	9	42,4		1,2	
	1	2	10	49,2		2,3	
	1	2	11	41,7		1,2	
	1	2	12	52,4		1,4	
	1	2	13	50,0		1,2	
	1	2	14	49,6		2,4	
	1	3	15	68,0		6,1	
	1	3	16	52,2		1,8	
	1	3	17	37,8		2,5	
	1	3	18	45,9		3,5	
	1	3	19	54,9		3,3	
	1	3	20	42,8		3,7	
	1	3	21	44,8		2,8	
	2	1	22	43,4		1,3	
	2	1	23	48,3		2,0	
	2	1	24	39,5		1,4	
	2	1	25	42,3		1,9	
	2	1	26	37,2		1,9	
	2	1	27	42,5		1,6	
	2	1	28	40,8		1,5	
	2	2	29	51,9		1,6	
	2	2	30	49,2		1,0	
	2	2	31	46,3		0,9	
	2	2	32	47,5		1,4	
	2	2	33	46,4		0,8	
	2	2	34	52,5		1,4	
	2	2	35	53,6		1,1	
	2	3	36	45,9		2,2	
	2	3	37	40,2		1,4	
	2	3	38	46,9		2,3	
	2	3	39	49,2		2,3	
	2	3	40	57,7		1,8	
	2	3	41	37,4		1,1	
	2	3	42	43,5		1,7	
	3	1	43	38,5		0,8	
	3	1	44	40,1		1,0	
	3	1	45	47,9		0,8	
	3	1	46	44,5		1,0	
	3	1	47	46,7		0,9	
	3	1	48	46,4		1,3	
	3	1	49	48,1		1,0	
	3	2	50	49,8		1,4	
	3	2	51	46,1		0,7	
	3	2	52	49,2		1,1	
	3	2	53	43,3		0,7	
	3	2	54	48,5		0,9	
	3	2	55	43,4		1,1	
	3	2	56	39,0		0,9	
	3	3	57	49,7		0,9	
	3	3	58	50,8		1,2	
	3	3	59	45,0		0,9	
	3	3	60	44,5		1,4	
	3	3	61	47,5		1,0	
	3	3	62	49,7		1,1	
	3	3	63	66,6		1,9	

Annexe 7 : tableau des pertes de masse et humidité des éprouvettes de HETRE exposées à *C.puteana*

Essence	Arbre	n° planche	REF	Humidité H (%) m/m	H médiane (%) m/m	Perte de masse (%) m/m	Perte de masse médiane (%) m/m	Perte de masse moyenne (%) m/m
HETRE	1	1	1	53,9	56,9	31,7	37,0	37,0
	1	1	2	56,5		34,6		
	1	1	3	57,5		35,1		
	1	1	4	53,1		36,8		
	1	1	5	57,2		37,2		
	1	1	6	56,0		35,5		
	1	1	7	55,5		34,9		
	1	2	8	55,2		40,6		
	1	2	9	57,5		38,0		
	1	2	10	56,4		39,4		
	1	2	11	62,7		37,3		
	1	2	12	61,1		37,3		
	1	2	13	53,0		38,2		
	1	2	14	52,5		37,6		
	1	3	15	55,1		37,1		
	1	3	16	53,6		39,2		
	1	3	17	45,7		44,1		
	1	3	18	56,5		38,6		
	1	3	19	54,7		37,4		
	1	3	20	54,6		41,8		
	1	3	21	65,2		31,4		
	2	1	22	59,0		45,1		
	2	1	23	67,4		37,8		
	2	1	24	62,1		39,8		
	2	1	25	59,8		39,8		
	2	1	26	59,4		38,2		
	2	1	27	56,9		37,0		
	2	1	28	58,9		35,7		
	2	2	29	64,7		38,0		
	2	2	30	63,9		34,7		
	2	2	31	61,3		32,0		
	2	2	32	60,7		40,3		
	2	2	33	59,5		38,1		
	2	2	34	55,3		40,2		
	2	2	35	58,4		36,7		
	2	3	36	60,5		33,2		
	2	3	37	56,8		34,1		
	2	3	38	57,5		36,9		
	2	3	39	58,3		36,1		
	2	3	40	54,6		36,2		
	2	3	41	64,8		39,0		
	2	3	42	67,1		37,8		
	3	1	43	58,5		42,7		
	3	1	44	55,2		45,4		
	3	1	45	52,0		37,6		
	3	1	46	55,1		35,3		
	3	1	47	52,8		32,6		
	3	1	48	55,3		33,3		
	3	1	49	56,2		35,5		
	3	2	50	59,4		36,1		
	3	2	51	52,0		35,6		
	3	2	52	55,0		36,7		
	3	2	53	57,3		37,4		
	3	2	54	58,1		37,8		
	3	2	55	56,7		35,9		
	3	2	56	54,9		35,8		
	3	3	57	60,4		31,9		
	3	3	58	57,1		34,3		
	3	3	59	58,9		33,6		
	3	3	60	61,0		33,3		
	3	3	61	54,3		33,2		
	3	3	62	56,2		34,3		
	3	3	63	56,8		40,8		

Annexe 8 : tableau des pertes de masse et humidité des éprouvettes de **HETRE** exposées à **C.versicolor**

Essence	Arbre	n° planche	REF	Humidité H (%) m/m	H médiane (%) m/m	Perte de masse (%) m/m	Perte de masse médiane (%) m/m	Perte de masse moyenne (%) m/m
HETRE	1	1	1	40,6	47,2	14,2	20,7	23,1
	1	1	2	42,4		22,1		
	1	1	3	45,2		19,8		
	1	1	4	38,8		13,2		
	1	1	5	40,5		15,0		
	1	1	6	42,4		19,7		
	1	1	7	49,8		20,8		
	1	2	8	55,5		29,7		
	1	2	9	55,4		33,7		
	1	2	10	52,7		36,8		
	1	2	11	52,3		27,8		
	1	2	12	50,5		31,0		
	1	2	13	51,0		32,0		
	1	2	14	51,6		36,6		
	1	3	15	57,0		39,6		
	1	3	16	51,7		34,8		
	1	3	17	58,1		25,0		
	1	3	18	59,8		29,0		
	1	3	19	60,8		35,5		
	1	3	20	48,6		43,0		
	1	3	21	59,0		26,9		
	2	1	22	52,3		21,0		
	2	1	23	49,2		23,3		
	2	1	24	49,1		21,9		
	2	1	25	51,8		21,8		
	2	1	26	83,3		31,0		
	2	1	27	45,3		20,5		
	2	1	28	51,7		20,8		
	2	2	29	51,0		20,5		
	2	2	30	46,1		29,2		
	2	2	31	46,9		22,3		
	2	2	32	58,7		25,8		
	2	2	33	47,8		20,4		
	2	2	34	48,4		22,8		
	2	2	35	47,8		30,1		
	2	3	36	51,7		20,6		
	2	3	37	49,4		20,4		
	2	3	38	51,0		28,6		
	2	3	39	43,1		20,6		
	2	3	40	47,4		20,0		
	2	3	41	45,5		18,6		
	2	3	42	43,7		20,5		
	3	1	43	38,7		15,9		
	3	1	44	41,4		17,8		
	3	1	45	40,9		18,7		
	3	1	46	42,9		19,2		
	3	1	47	41,1		22,3		
	3	1	48	44,4		16,7		
	3	1	49	40,2		17,7		
	3	2	50	44,4		22,0		
	3	2	51	-		-		
	3	2	52	33,7		15,5		
	3	2	53	39,1		19,9		
	3	2	54	44,5		25,1		
	3	2	55	38,9		19,3		
	3	2	56	39,4		18,8		
	3	3	57	41,0		19,4		
	3	3	58	50,8		20,1		
	3	3	59	37,3		17,4		
	3	3	60	39,2		16,1		
	3	3	61	41,0		17,8		
	3	3	62	39,7		16,7		
	3	3	63	35,5		11,6		

Annexe 9 : photographies des éprouvettes d'essai en fin d'exposition aux champignons



Izombé exposé à *C. puteana*



Izombé exposé à *C. versicolor*



Moabi exposé à *C. puteana*



Moabi exposé à *C. versicolor*



Chêne exposé à *C. puteana*



Chêne exposé à *C. versicolor*



Hêtre exposé à *C. puteana*



Hêtre exposé à *C. versicolor*