



*Peuplement naturel de Terminalia superba. N'GOUA 2. République Populaire du Congo.*

Photo Cossalter.

**ATTAQUE D'UN ÉCHANTILLON  
DE *TERMINALIA SUPERBA*  
PAR DES POURRITURES  
SÉLECTIONNÉES.  
INFLUENCE SUR LES  
CARACTÉRISTIQUES  
CHIMIQUES ET PAPETIÈRES DU BOIS**  
(Pourritures cubiques - Pourritures fibreuses -  
Pourritures molles)

par

Jacqueline DOAT et Marcel TISSOT  
(C.T.F.T. - Division Cellulose - Chimie - Energie)

## SUMMARY

### THE ATTACK OF A SAMPLE OF *TERMINALIA SUPERBA* BY SELECTED FUNGI AND THEIR INFLUENCE ON THE CHEMICAL AND PAPERMAKING CHARACTERISTICS OF THE WOOD — (BROWN ROT, WHITE ROT AND SOFT ROT)

*During storage, wood may be damaged by various forms of rot. We studied the effect on Terminalia superba (Limba) of two fungi causing brown rot (Antrodia sp.), two fungi causing white rot (Lentinus squarrosulus and Corioloopsis polyzona), and two fungi causing soft rot (Chaetomium globosum and Phialophora richardsiae). Their damaging effect decreases in that order. In the case of brown and white rot, there is a loss of carbohydrates and lignins. The extracts at first diminish, and then as the attack continues they increase. Soft rot causes a loss of extractable substances.*

*As far as papermaking is concerned, these fungi cause a drop in yield accompanied by a loss of mechanical qualities of pulps, all the more marked in proportion as the original wood is attacked by the fungi.*

*For these reasons, the greatest care must be taken in storing wood for long periods in tropical zones.*

## RESUMEN

### ATAQUE DE UNA MUESTRA DE *TERMINALIA SUPERBA* POR PODREDUMBRES SELECCIONADAS E INFLUENCIA RESPECTO A LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y PAPELERAS DE LA MADERA — PODREDUMBRES CÚBICAS, PODREDUMBRES FIBROSAS Y PODREDUMBRES BLANDAS

*Durante el almacenamiento de la madera, ésta puede verse degradada por diversos tipos de podredumbre. Así, hemos emprendido el estudio de dos podredumbres cúbicas (Antrodia sp.), dos podredumbres fibrosas (Lentinus squarrosulus y Corioloopsis polyzona) y finalmente, dos podredumbres blandas (Chaetomium globosum y Phialophora richardsiae) respecto al Terminalia superba (Limba). Su acción degradante es decreciente según este orden. Para las podredumbres cúbicas y fibrosas, se asiste a una pérdida de carbohidratos y ligninas. Los extractos acusan primeramente una disminución y, acto seguido, al prolongarse el ataque, se asiste a un aumento correlativo. Las podredumbres blancas únicamente provocan la pérdida de productos extraíbles.*

*Desde el punto de vista papelerero, estos hongos conducen a una disminución de los rendimientos, acompañada de una pérdida de las cualidades mecánicas de las pastas, y ello con tanta mayor intensidad si se tiene en cuenta que la cepa es agresiva para la madera inicial.*

*Por todos estos motivos, un almacenamiento prolongado de la madera en zona tropical se deberá efectuar teniendo siempre en cuenta la necesidad de tomar las mayores precauciones.*

## INTRODUCTION

L'action dégradante des pourritures sur le bois en cours de stockage est bien connue, en particulier dans le cas de l'industrie papetière. Toutefois, les travaux qui ont été réalisés dans ce domaine de recherche portent généralement sur des bois européens et nord américains, et plus rarement sur des bois tropicaux. Par ailleurs, on a le plus souvent pris en considération les dommages résultant de l'action globale de diverses sortes de pourritures agissant simultanément.

Il a donc paru utile d'étudier, d'un point de vue chi-

mique et papetier, l'action spécifique de pourritures bien définies sur les bois feuillus africains.

On a choisi pour cette étude une essence tropicale facilement altérable pour mieux mettre en évidence les actions dégradantes : le Limba (*Terminalia superba*).

Six pourritures ont été retenues, appartenant aux trois principaux groupes :

- 2 pourritures fibreuses,
- 2 pourritures cubiques,
- 2 pourritures molles.

## ESSAIS EFFECTUÉS - MÉTHODOLOGIE

### ÉCHANTILLONNAGE

Le bois utilisé était un *Terminalia superba* Engl. et Diels — Combretacée — (Noms courants Limba ou Fraké). L'échantillon correspondait à un sujet à cœur blanc, référence C.T.F.T. 18421, originaire de Côte-d'Ivoire. Le bois, stocké depuis quelques mois,

était sec à l'air au moment des essais. Son état sanitaire était satisfaisant.

Les essais ont été effectués en deux séries distinctes :

**Pour la première série**, on a fait agir, sur du Limba débité à la main en plaquettes de 30 × 30 × 4 mm,

trois pourritures originaires de la mycothèque du C.T.F.T. :

— une pourriture cubique : *Antrodia sp.* - souche C.T.F.T. n° 57 A,

— une pourriture fibreuse : *Lentinus squarrosulus* - souche C.T.F.T. n° 55 A,

— une pourriture molle : *Chaetomium globosum* - souche C.T.F.T. n° 1 A.

Pour la deuxième série d'essais, on a utilisé le même Limba mais la mise en copeaux a été effectuée à l'aide d'une coupeuse Wigger, les copeaux ont été ensuite classés sur tamis 8/23 et l'ensemencement a été fait avec

trois nouvelles pourritures originaires, elles aussi, de la mycothèque du C.T.F.T. :

— une pourriture cubique : *Antrodia sp.* - souche C.T.F.T. n° 60 A,

— une pourriture fibreuse : *Coriolopsis polyzona* - souche C.T.F.T. n° 30 F,

— une pourriture molle : *Phialophora richardsiae* - souche C.T.F.T. n° 220 A.

On a donc pu disposer pour chaque type de pourriture (cubique, fibreuse et molle) de deux séries de résultats sur le même bois.

## ENSEMENCEMENT ET ALTÉRATION DES BOIS

Des flacons d'une capacité approximative d'un litre ont été ensemencés en milieu nutritif Malt Agar avec chacune des trois pourritures retenues pour les essais. Une centaine de grammes de copeaux de bois, humidifiés et stérilisés à l'autoclave à 120° pendant 45 mn, ont été introduits aseptiquement dans les flacons. Après avoir procédé à un arrosage complémentaire des copeaux avec une solution de malt contenant la même pourriture que le flacon, on a placé le tout dans une enceinte climatique réglée à 24 °C ± 2 et 75° (± 5) d'hygrométrie.

On a ainsi traité 45 flacons pour chacune des pourritures, soit au total 270 flacons pour l'étude.

Les copeaux de bois ont alors été enlevés des flacons, brossés pour éliminer les traces superficielles de champignon puis passés à l'étuve à 105° pendant une nuit pour stopper l'attaque fongique.

Les flacons ont été retirés après un temps variable correspondant à 1, 2, 4, 12 et 20 semaines.

## ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES BOIS

On a procédé, pour chaque lot de bois, à la détermination de la perte de masse (différence par rapport au poids sec initial) ainsi qu'à la mesure de la densité moyenne des copeaux secs.

On a d'autre part effectué une analyse chimique à partir d'un prélèvement moyen de copeaux : mise en sciure entre tamis 0,4-0,16 mm, extrait alcool-benzène,

extrait à l'eau, extrait à la soude, lignine, pentosanes, cellulose, cendres à 425°, calcium, fer et silice dans les cendres. On a également contrôlé le pH des extraits à l'eau.

On a enfin observé au microscope l'action des pourritures sur les tissus du bois. On a retenu pour cela des échantillons de pâte obtenus par cuisson papetière.

## ESSAIS PAPETIERS

Chaque fraction de copeaux a été traitée en lessiveur à obus avec une lessive soude-soufre dans les conditions suivantes :

NaOH : 22 % (sur bois sec)

S : 2,2 % (sur bois sec)

Rapport lessive/bois : 3,3/1

Montée à 155° : 1 h 30

Durée du palier à 155° : 3 h.

Les pâtes ont été classées sur tamis vibrant WENBERG avec fentes de 25/100 mm. On a déterminé le rendement en pâte, l'indice de permanganate, la soude active

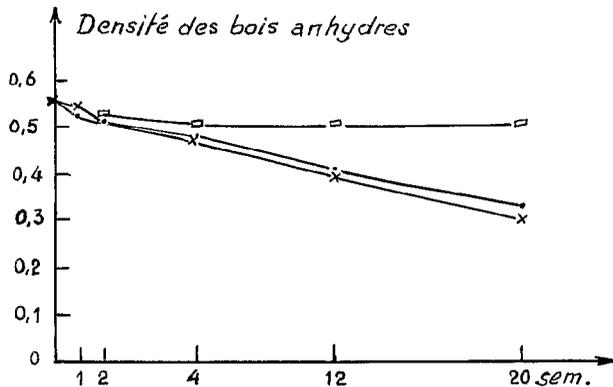
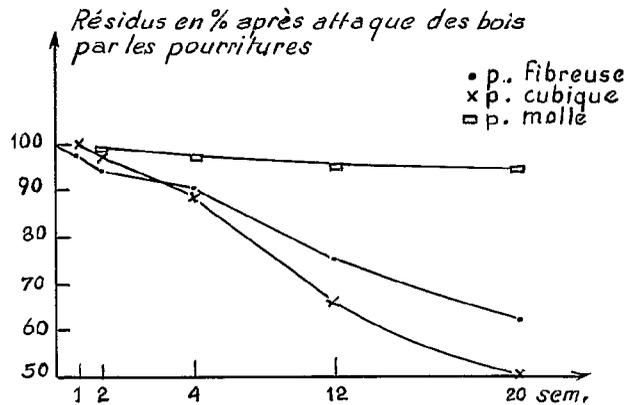
restant dans les lessives résiduelles, le photovolt des pâtes, le degré de polymérisation.

Les pâtes écruées ont été raffinées au Jokro à 40 °SR puis tirées au Kötten en formettes de papier qui ont été analysées. On a déterminé les résistances à la traction, à l'éclatement, à la déchirure, au pliage, ainsi que la porosité et la main des papiers.

On a également déterminé la blancheur et la stabilité des pâtes traitées au chlorite de sodium, le traitement au chlorite étant destiné à délignifier les pâtes avant détermination du degré de polymérisation.

# RÉSULTATS OBTENUS

## PERTES DE MASSE



Graphiques 1. — Evolution moyenne des résidus et de la densité du bois en fonction du temps, par type de pourriture.

Les quantités de bois restant après attaque (ou résidus) sont données au tableau 1. De même, on a tracé, en fonction de la durée d'ensemencement, l'évolution **moyenne** de ces résidus pour chaque type de pourriture (voir graphiques 1).

On remarque que l'attaque des pourritures se traduit par une perte de poids du bois initial. Pour chacune des trois pourritures, la perte augmente en fonction de la durée de l'attaque. Toutefois l'augmentation n'est pas rigoureusement proportionnelle au temps et les courbes ont tendance à s'infléchir pour de très longues durées.

La vitesse d'attaque des trois types de pourritures est très variable et on les classe par ordre d'agressivité décroissante de la façon suivante :

- pourritures cubiques : très agressives (perte de masse moyenne de l'ordre de 50 % après 20 semaines),
- pourritures fibreuses : moyennement agressives (perte de masse moyenne de l'ordre de 35 % après 20 semaines),
- pourritures molles : peu agressives (perte de masse inférieure à 10 % après 20 semaines).

On notera cependant que le classement des pourritures ne peut être fait valablement qu'à partir de la 4<sup>e</sup> semaine. Au cours des 2 premières semaines les différences ne sont pas encore très importantes et il est difficile de les mettre en évidence.

Enfin, pour des pourritures de même type, si l'allure des courbes est analogue, on a constaté une agressivité plus ou moins grande selon la souche utilisée ; ainsi pour les pourritures fibreuses la souche 30 F est plus agressive que la souche 55 A, alors que pour les autres pourritures les différences d'attaque entre souche de même type sont moins marquées.

TABLEAU 1. — RÉSIDUS EN % APRÈS ATTAQUE DES BOIS PAR LES POURRITURES

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	100	98,9	95,3	94,1	82,6	76,3
n° 30 F	100	95,1	92,7	86,2	67,5	49,5
Pourriture cubique						
n° 57 A	100	100	97,6	92,8	69,2	53,6
n° 60 A	100	100	94,3	86,2	63,4	46,3
Pourriture molle						
n° 1 A	100	99,3	97,5	96,5	93,8	93,6
n° 220 A	100	100	100	98,4	95,9	95,8

## DENSITÉ DES BOIS SECS

La variation des densités en fonction de la durée d'attaque est donnée au tableau 2 pour les six pourritures. On se reportera également au graphique 1 où est

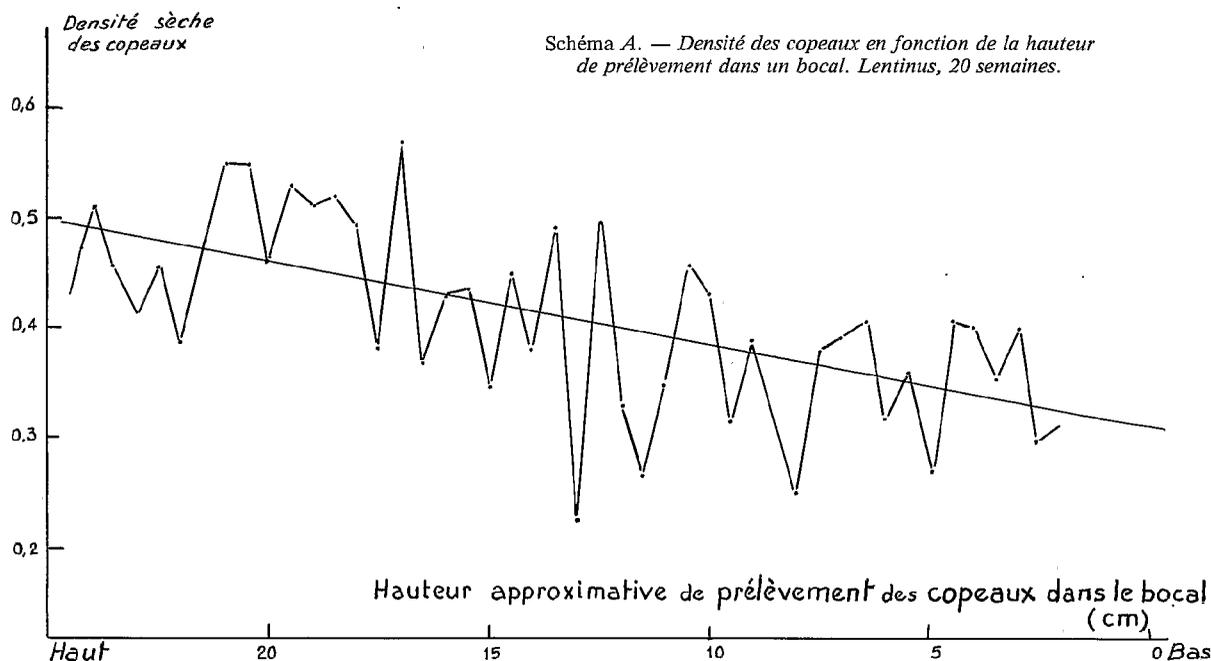
transcrite la **moyenne** des résultats pour chaque type de pourriture.

On note que la densité moyenne du bois évolue dans

TABLEAU 2. — DENSITÉ DES BOIS SECS

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse n° 55 A n° 30 F	0,56-0,55* 0,56-0,55*	0,52 0,52	0,51 0,50	0,50 0,47	0,44 0,37	0,40 0,27
Pourriture cubique n° 57 A n° 60 A	0,56-0,55* 0,56-0,55*	0,54 0,54	0,53 0,51	0,50 0,47	0,43 0,35	0,36 0,25
Pourriture molle n° 1 A n° 220 A	0,56-0,55* 0,56-0,55*	0,53 0,54	0,50 0,54	0,48 0,53	0,49 0,52	0,49 0,52

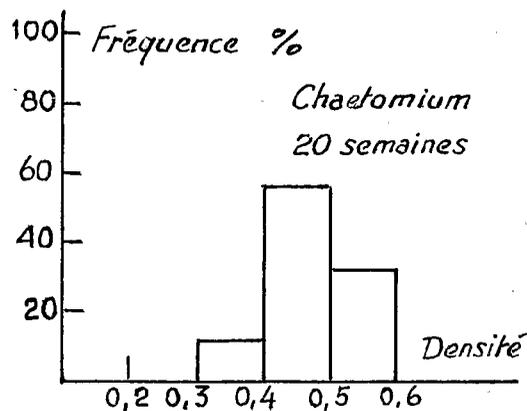
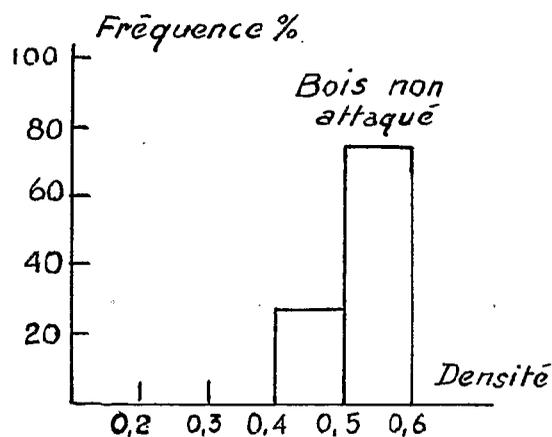
\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

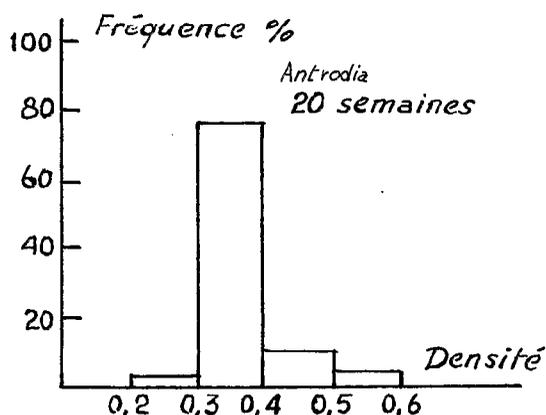
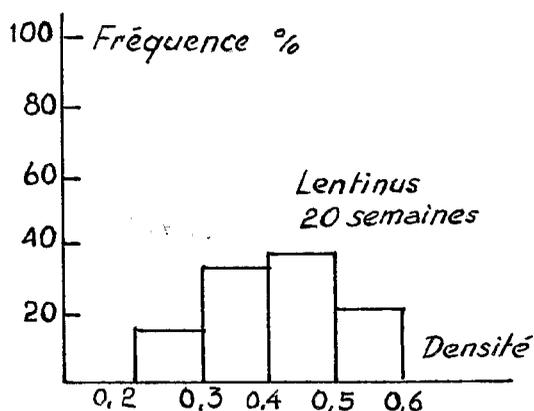


le même sens que la perte de poids et confirme le classement précédent. Il faut cependant signaler que la mesure de la densité ne donne pas, dans le cas présent,

des résultats très précis. En effet, l'attaque des copeaux dans un flacon n'est pas homogène et la pourriture a un effet plus marqué dans le bas que dans le haut du réci-

Schémas B.





Schémas B (suite).

vient, ce qu'illustre bien le schéma A. De plus, à un même niveau, l'attaque est inégale et les valeurs de densité varient sensiblement d'un copeau à l'autre.

Les courbes de fréquence des schémas B établies pour la première série d'essais (copeaux main) confirment ce phénomène. Il apparaît en effet que pour le bois sain initial, la densité des copeaux se répartit en 2 classes seulement  $d = 0,4-0,5$  et  $d = 0,5-0,6$ . Au contraire, on

observe 3 classes pour un bois déjà attaqué (*Chaetomium* 20 semaines) et 4 classes pour des bois très attaqués (*Lentinus* et *Antrodia* 20 semaines). Bien sûr la proportion des nouvelles classes,  $d = 0,2-0,3$  et  $d = 0,3-0,4$ , augmente en fonction du degré d'altération des bois, mais il subsiste quand même quelques copeaux de la classe  $d = 0,5-0,6$  qui correspondent à du bois peu ou pas attaqué.

### COMPOSITION CHIMIQUE DES BOIS

La composition chimique des bois a été déterminée pour chaque pourriture et chaque durée d'ensemencement. On a pris comme base de référence, la composition

chimique du bois sain avant et après passage à l'étuve à  $120^{\circ}$ , qui est la suivante :

	Ext. alc.-benz. %	Ext. eau %	Ext. à la soude %		Pentosanes %	Lignine %	Cellulose %	Cendres %	SiO <sub>2</sub> %	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %
			brut	net							
Bois sain	3,2	3,5	18,7	15,2	12,8	29,3	44,9	2,75	0,010	0,001	1,23
Bois étuvé à $120^{\circ}$	3,3	3,5	19,8	16,3	12,9	30	44,9	2,85	0,003	0,001	1,30

On remarque que le passage à l'étuve a très peu modifié les caractéristiques du bois initial.

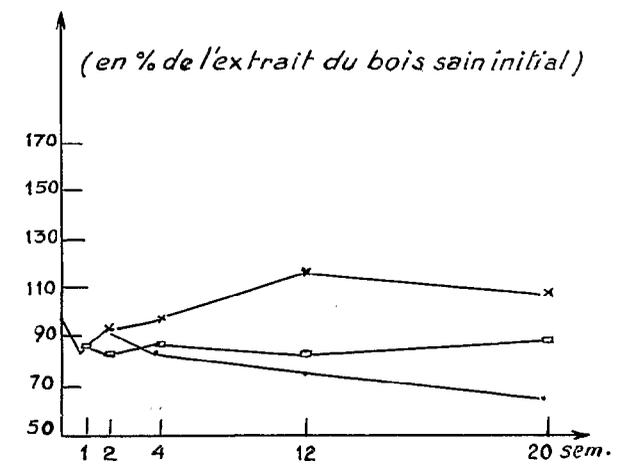
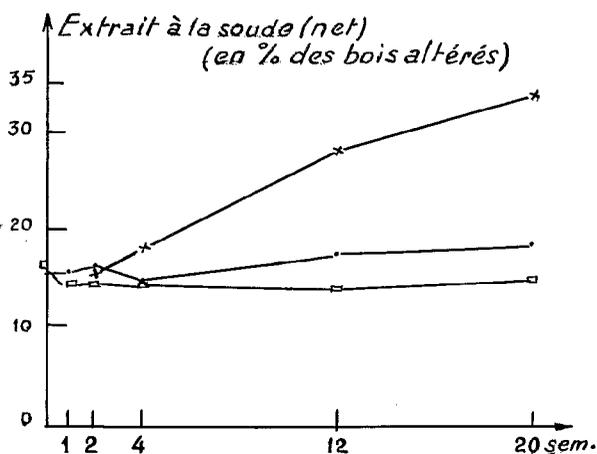
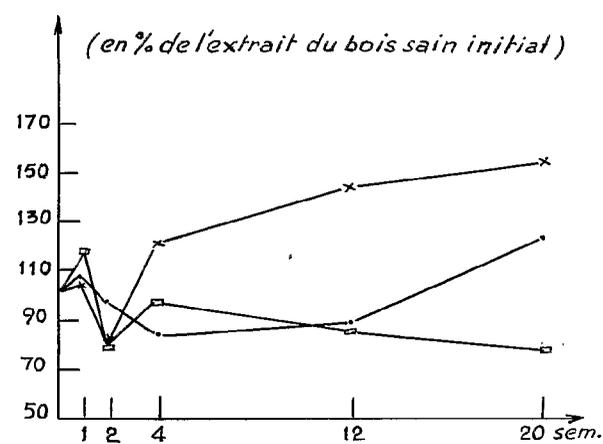
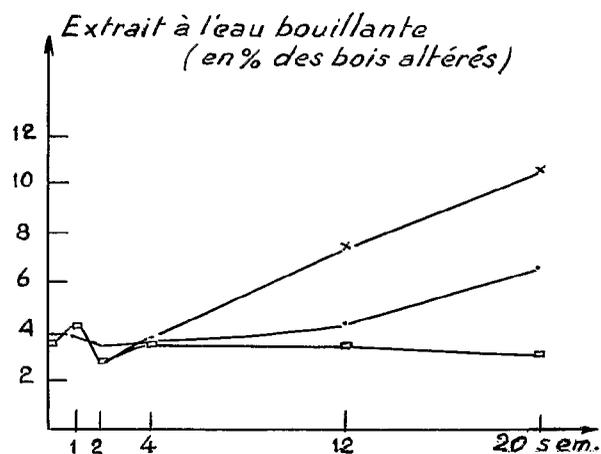
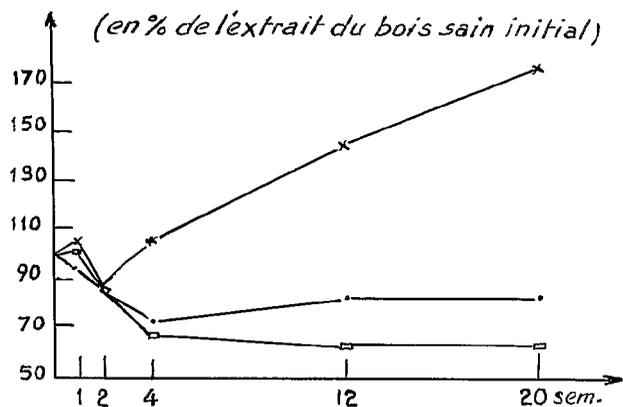
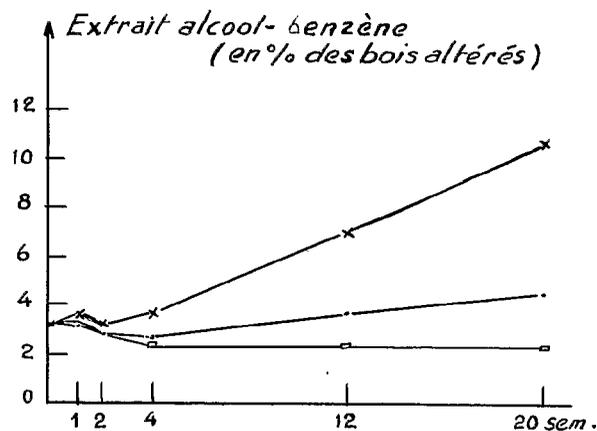
Les résultats obtenus pour les bois champignonnés sont donnés aux tableaux 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 16 et 18 en % des bois altérés et 4, 6, 8, 10, 12, 17 en % des composés initiaux contenus dans le bois sain. Cette dernière présentation permet de suivre l'évolution des différents constituants au cours des traitements. Comme précédemment, on se reportera aux graphiques annexes pour avoir l'évolution moyenne des constituants pour chaque type de pourriture. L'examen des chiffres enregistrés permet de faire les remarques suivantes :

**Extrait à l'alcool-benzène** (tableaux 3 et 4 et graphiques 2).

L'action des trois types de pourriture est différente.

Les pourritures cubiques ont pour effet d'augmenter de façon très sensible l'extrait à l'alcool-benzène exprimé en % des bois altérés alors que les autres champignons ont moins d'influence sur cette caractéristique. On note même, pour les pourritures molles, une diminution faible mais régulière des taux d'extraits au cours de toute la durée de l'ensemencement.

Si l'on exprime les variations de l'extrait en % des quantités d'extraits initiaux, on remarque que les pourritures fibreuses et molles et la pourriture cubique la moins agressive éliminent une partie plus ou moins importante des matières solubles à l'alcool-benzène alors qu'au contraire la pourriture cubique la plus dégradante (c'est-à-dire la souche 57 A - *Antrodia sp.*) crée (à partir d'autres composés du bois) des produits de dégradation qui augmentent les quantités d'extraits.



Graphiques 2. — Evolution moyenne des extraits en fonction du temps, par type de pourriture.

**Extrait à l'eau bouillante** (tableaux 5 et 6 et graphiques 2).

L'extrait à l'eau bouillante exprimé en % des bois altérés augmente très nettement après traitement aux

pourritures cubiques il passe en effet de 3,3-3,5 % à 9 à 12 % (selon la souche). Pour les pourritures fibreuses, on note aussi une élévation des taux jusqu'à 6 à 7,5 %, cette augmentation est toutefois plus faible que pour les pourritures cubiques et elle n'a lieu que pour les longs

TABLEAU 3. — EXTRAIT ALCOOL-BENZÈNE (% DES BOIS ALTÉRÉS)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	3,2-3,3*	3,25	3,40	2,55	3,55	3,95
n° 30 F	3,2-3,3*	2,9	2,45	2,8	3,75	4,9
Pourriture cubique						
n° 57 A	3,2-3,3*	4,40	3,70	4,95	10,3	16,2
n° 60 A	3,2-3,3*	2,65	2,35	2,7	3,7	5,3
Pourriture molle						
n° 1 A	3,2-3,3*	3,45	3,00	2,20	2,0	2,30
n° 220 A	3,2-3,3*	3,25	2,90	2,40	2,3	2,0

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 4. — EXTRAIT ALCOOL-BENZÈNE (EN % DE L'EXTRAIT DU BOIS SAIN INITIAL)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	100	97	98	72,6	88,8	91,3
n° 30 F	100	83,5	69,5	73,5	75,3	73,2
Pourriture cubique						
n° 57 A	100	133	109,5	139	216	263
n° 60 A	100	79,3	67,4	70,6	71,3	85,6
Pourriture molle						
n° 1 A	100	104	88,5	64,5	57	65,5
n° 220 A	100	98,5	88	71,2	67,6	58,9

TABLEAU 5. — EXTRAIT A L'EAU BOUILLANTE (% DES BOIS ALTÉRÉS)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	3,3-3,5*	3,80	3,35	2,65	2,80	6,20
n° 30 F	3,3-3,5*	3,80	3,50	3,85	5,55	7,35
Pourriture cubique						
n° 57 A	3,3-3,5*	4,80	3,40	5,30	9,20	12,2
n° 60 A	3,3-3,5*	2,65	2,45	4,10	6,1	8,9
Pourriture molle						
n° 1 A	3,3-3,5*	4,80	2,90	4,30	3,60	3,30
n° 220 A	3,3-3,5*	3,50	2,70	2,80	2,80	2,70

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 6. — EXTRAIT A L'EAU BOUILLANTE (EN % DE L'EXTRAIT A L'EAU DU BOIS SAIN INITIAL)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	100	107	91,5	71,5	66	135
n° 30 F	100	111	99	97,5	111	113
Pourriture cubique						
n° 57 A	100	137	95	141	182	186
n° 60 A	100	74,5	66,2	101	110,5	120
Pourriture molle						
n° 1 A	100	136	81	118,5	96,5	78,5
n° 220 A	100	100	77,2	78,3	77,7	74,8

TABLEAU 7. — EXTRAIT A LA SOUDE (% DES BOIS ALTÉRÉS)

Durée du traitement		0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines	
Pourriture fibreuse n° 55 A	<b>brut</b>	18,7-19,8*	18,45	17,9	15,3	18,2	21	
	<b>net</b>	15,2-16,3*	14,6	14,5	12,7	15,4	14,8	
	n° 30 F	<b>brut</b>	18,7-19,8*	19,4	21,1	20,65	22,25	26,65
		<b>net</b>	15,2-16,3*	15,6	17,6	16,8	16,7	19,3
Pourriture cubique n° 57 A	<b>brut</b>	18,7-19,8*	17,2	17,4	24,7	48,4	60,4	
	<b>net</b>	15,2-16,3*	12,4	14,0	19,4	39,2	48,2	
	n° 60 A	<b>brut</b>	18,7-19,8*	19,25	19,25	20,7	23,8	27,9
		<b>net</b>	15,2-16,3*	16,6	16,8	16,6	17,7	19,0
Pourriture molle n° 1 A	<b>brut</b>	18,7-19,8*	18,4	15,3	17,6	17,1	17,3	
	<b>net</b>	15,2-16,3*	13,6	12,4	13,3	13,5	14,0	
	n° 220 A	<b>brut</b>	18,7-19,8*	18,5	18,2	18,3	18,1	19,2
		<b>net</b>	15,2-16,3*	15,0	15,5	15,5	15,3	16,5

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 8. — EXTRAIT A LA SOUDE (EN % DE L'EXTRAIT DU BOIS SAIN INITIAL)

Durée du traitement		0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines	
Pourriture fibreuse n° 55 A	<b>brut</b>	100	92	86	72,5	76	81	
	<b>net</b>	100	88,5	85	73,5	78	69,5	
	n° 30 F	<b>brut</b>	100	93,4	99,6	89,9	74,3	66,2
		<b>net</b>	100	91	100	94,6	68	58,5
Pourriture cubique n° 57 A	<b>brut</b>	100	87	86	106	190,5	164	
	<b>net</b>	100	76,5	84	110	166	159	
	n° 60 A	<b>brut</b>	100	95,8	92	90	76,3	66,4
		<b>net</b>	100	100,3	97,4	88	69	55
Pourriture molle n° 1 A	<b>brut</b>	100	92,5	75,5	85,5	81	81,5	
	<b>net</b>	100	83,5	74	79	77	80,5	
	n° 220 A	<b>brut</b>	100	92,4	91,7	90,5	89	94
		<b>net</b>	100	92	95	93	91	98

ensemencements. Pour les pourritures molles, on ne remarque pas de variations sensibles.

Si l'on rapporte les chiffres en % des extraits initiaux on voit alors que les pourritures cubiques (et dans une moindre mesure les pourritures fibreuses) ont tendance à faire augmenter les quantités de produits de dégradation extractibles à l'eau tandis que pour les pourritures molles on retrouve un peu moins d'extrait total après 12 à 20 semaines de traitement.

Enfin, on note une fois encore que le n° 57 A de *Antrodia sp.* est plus agressif que le n° 30 F.

**Extrait à la soude à 1 %** (tableaux 7 et 8 et graphiques 2).

L'extrait à la soude à 1 % (brut et net) exprimé en % des bois altérés augmente très fortement pour les pourritures cubiques et en particulier pour le n° 57 A. On note une augmentation beaucoup plus faible pour les pourritures fibreuses (la souche 30 F ou *Coriopolis*

*polyzona* étant un peu plus dégradante que la souche 55 A ou *Lentinus squarrosulus*) et pratiquement pas de changement pour les pourritures molles.

Si l'on exprime les taux d'extrait en % de l'extrait initial, on note alors une légère diminution des quantités de produits pour tous les champignons (à l'exception d'*Antrodia sp.*).

**Lignine** (tableaux 9 et 10 et graphiques 3).

Le pourcentage de lignine des bois altérés croît sensiblement avec la durée d'attaque pour *Antrodia sp.* n° 57 A. Les bois traités avec les autres pourritures ont, au contraire, des taux de lignine stationnaires et parfois même en légère diminution.

En rapportant les valeurs trouvées à celles du bois initial, on voit que la lignine est nettement attaquée par les pourritures cubiques et les pourritures fibreuses mais pas du tout par les pourritures molles.

TABLEAU 9. — LIGNINE KLASON (% DES BOIS ALTÉRÉS)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	29,3-30*	30	29,8	30,7	29,6	27,6
n° 30 F	29,3-30*	30,9	31,5	31,2	31,0	32
Pourriture cubique						
n° 57 A	29,3-30*	29,4	29,7	29,3	34,6	40,8
n° 60 A	29,3-30*	31,9	32,3	31,3	31,8	30,7
Pourriture molle						
n° 1 A	29,3-30*	29,6	30,3	30,8	31,6	31,3
n° 220 A	29,3-30*	31,15	30,9	31,7	31,8	31,7

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 10. — LIGNINE KLASON (EN % DE LA LIGNINE DU BOIS SAIN INITIAL)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	100	98,9	93	96	81,5	70
n° 30 F	100	95	95	89,6	68,4	52,5
Pourriture cubique						
n° 57 A	100	98	97,5	90,5	79,5	73
n° 60 A	100	104,5	101,5	90	67,4	49,8
Pourriture molle						
n° 1 A	100	98	98,5	99	99	98
n° 220 A	100	103,5	103	103,5	103	102,5

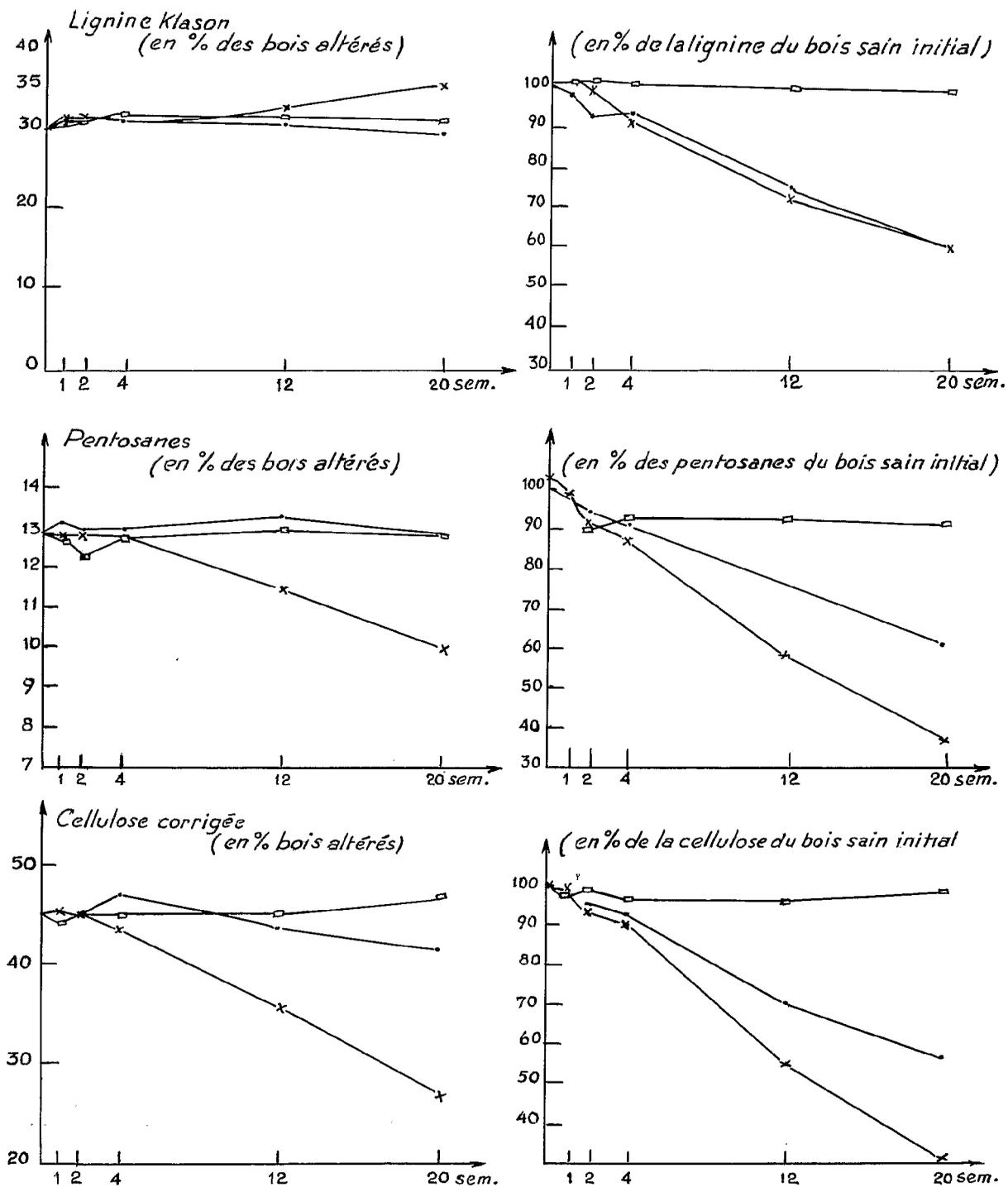
TABLEAU 11. — PENTOSANES (% DES BOIS ALTÉRÉS)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	12,8-12,9*	14,2	14,1	13,4	13,6	12,9
n° 30 F	12,8-12,9*	11,9	11,7	12,5	13	12,9
Pourriture cubique						
n° 57 A	12,8-12,9*	12,9	13,1	12,9	10,3	7,6
n° 60 A	12,8-12,9*	12,6	12,3	12,7	12,7	12,4
Pourriture molle						
n° 1 A	12,8-12,9*	13,3	11,9	12,3	12,6	12,9
n° 220 A	12,8-12,9*	12	12,5	13,3	13,4	13,0

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 12. — PENTOSANES (EN % DES PENTOSANES DU BOIS SAIN INITIAL)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	100	109	104,5	97,5	87	76,3
n° 30 F	100	88	84,5	83,5	66,7	48,3
Pourriture cubique						
n° 57 A	100	100	99,5	92,8	55,5	31
n° 60 A	100	96	90,4	84,5	62,3	45,4
Pourriture molle						
n° 1 A	100	102,5	90	92	92	93,6
n° 220 A	100	93,2	89,5	94	94	92,2



Graphiques 3. — Evolution moyenne de la lignine, des pentosanes et de la cellulose en fonction du temps, par type de pourriture.

**Pentosanes** (tableaux 11 et 12 et graphiques 3).

La pourriture cubique n° 57 A se distingue toujours nettement des autres et on note une diminution des pentosanes exprimés en % des bois altérés qui passent

de 13 % à 7,5 % en vingt semaines de traitement. Les pentosanes des Limbas traités par les autres pourritures varient au contraire très peu dans le temps.

Si on exprime les résultats par rapport au taux initial de pentosanes dans le bois sain, on voit que la dégrada-

TABLEAU 13. — CELLULOSE (% DES BOIS ALTÉRÉS)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	44,9-44,9*	44,4	44,2	47	45,6	47,3
n° 30 F	44,9-44,9*	45,7	45,3	46,8	42,6	37,2
Pourriture cubique						
n° 57 A	44,9-44,9*	44,5	44	42,5	30,7	19,7
n° 60 A	44,9-44,9*	45,6	46,2	45,1	40,2	34,0
Pourriture molle						
n° 1 A	44,9-44,9*	44	45,9	45,3	48	49,3
n° 220 A	44,9-44,9*	43,8	44,9	44,4	43,2	44,2

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 14. — CELLULOSE (EN % DE LA CELLULOSE DU BOIS SAIN INITIAL)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	100	97,5	93,5	98	84	80
n° 30 F	100	100,2	97,2	86,7	57	36
Pourriture cubique						
n° 57 A	100	99	95,5	88,3	47,3	23,5
n° 60 A	100	97,5	93,2	92,5	62,7	40,7
Pourriture molle						
n° 1 A	100	97,5	99,5	97,5	100	106
n° 220 A	100	97,5	99,8	97	93,5	93,3

TABLEAU 15. — pH DES EXTRAITS A L'EAU DU BOIS

Durée du traitement	0		1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
	init.	étuvé					
Pourriture fibreuse							
n° 55 A      pH	5,4	5,3	4,8	4,6	4,85	4,85	4,85
n° 30 F      pH	5,4	5,3	5,2	5,2	4,8	4,7	4,7
Pourriture cubique							
n° 57 A      pH	5,4	5,3	4,6	4,7	4	3,75	3,6
n° 60 A      pH	5,4	5,3	5,4	5,1	5	4,8	5,
Pourriture molle							
n° 1 A      pH	5,4	5,3	5,3	5,5	5,6	5,3	5,4
n° 220 A    pH	5,4	5,3	6,3	6,3	5,9	6,1	6,3

tion des pentosanes est très rapide avec les pourritures cubiques, et plus lente avec les deux pourritures fibreuses, et très faible avec les pourritures molles.

**Cellulose** (tableaux 13 et 14 et graphiques 3).

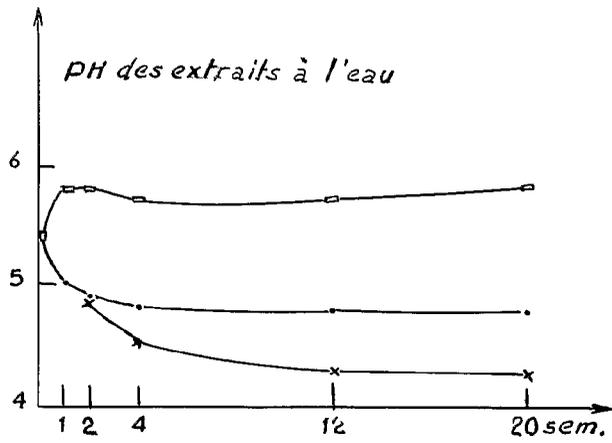
On peut faire les mêmes remarques que pour les pentosanes et classer par degré d'agressivité décroissant, les pourritures cubiques, les pourritures fibreuses puis les pourritures molles qui laissent la cellulose à peu près intacte. Comme précédemment, on note que parmi les pourritures cubiques, la souche n° 57 A est plus dégra-

dante que la souche n° 60 A et parmi les pourritures fibreuses la souche 30 F (*Corioloopsis polyzona*) est plus sévère que la souche 55 A (*Lentinus squarrosulus*).

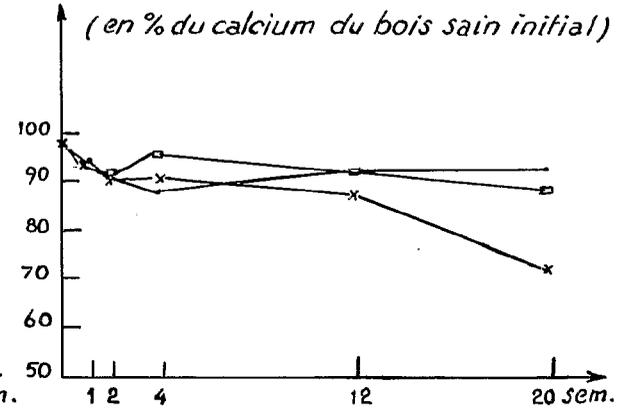
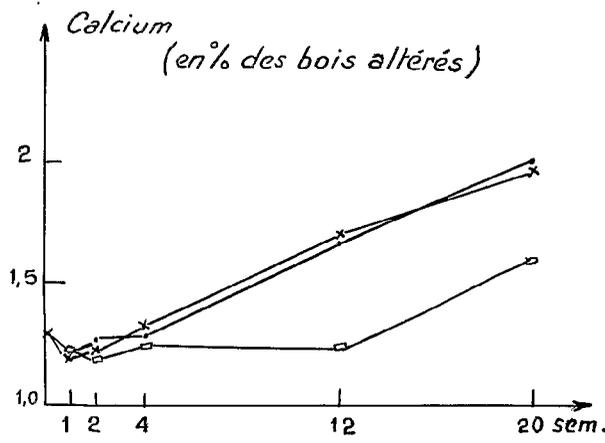
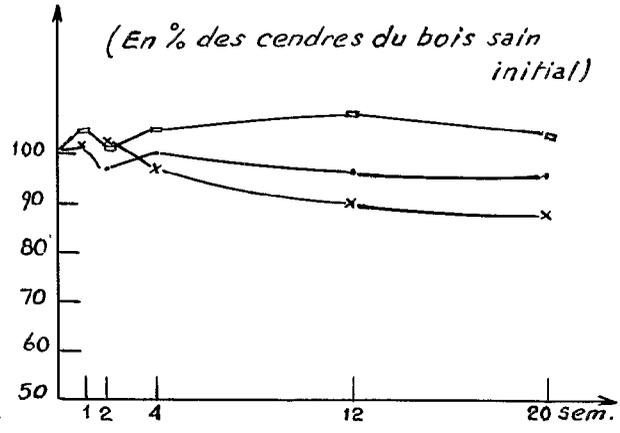
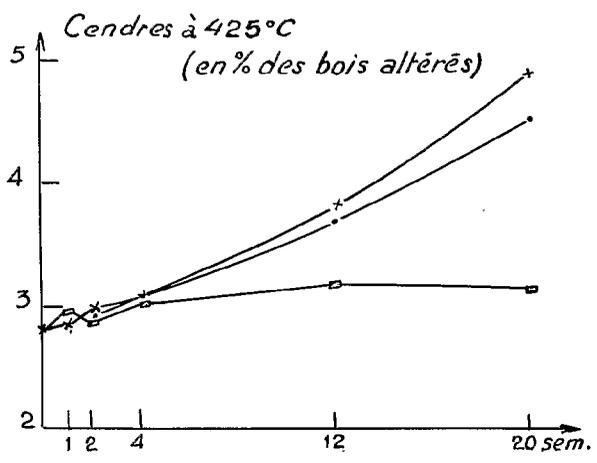
Il est évident que ces conclusions restent valables pour les carbohydrates totaux (correspondant à la somme cellulose + pentosanes).

**pH des extraits à l'eau** (tableau 15 et graphiques 4).

Les pH des jus d'extraits à l'eau varient peu ou s'élèvent légèrement quelle que soit la durée de l'attaque, dans le cas des pourritures molles. Ceux des bois traités



Graphiques 4. — Evolution moyenne du pH des extraits à l'eau, des cendres et de la teneur en calcium en fonction du temps, par type de pourriture.



aux pourritures fibreuses diminuent un peu en début de traitement par rapport au bois initial mais se stabilisent très vite. Ceux des bois traités aux pourritures cubiques en particulier le n° 57 A, diminuent progressivement quand la durée d'action du champignon augmente ; le pH peut, dans ce dernier cas, être inférieur à 4.

La pourriture n° 57 A (*Antrodia sp.*) est donc encore

une fois celle qui entraîne la plus forte modification du bois.

**Cendres** (tableaux 16, 17, 18 et 19 et graphiques 4).

**CENDRES TOTALES A 425°.** Les cendres totales ont tendance à augmenter pour les pourritures cubiques

et fibreuses, elles restent stationnaires dans le cas des pourritures molles.

Si on rapporte les valeurs précédentes au taux initial de cendres dans le bois sain, on retrouve un pourcentage de cendres voisin de 100 % ce qui tendrait à prou-

ver que les pourritures ne s'attaquent qu'assez peu aux matières minérales. Toutefois, dans le cas des pourritures cubiques, on note une diminution de l'ordre de 10 % à la vingtième semaine qui dépasse semble-t-il l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales. Ce phé-

TABLEAU 16. — CENDRES A 425 °C (% DES BOIS ALTÉRÉS)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	2,8-2,8*	2,80	2,85	3,05	3,25	3,75
n° 30 F	2,8-2,8*	3,1	3,0	3,2	4,2	5,2
Pourriture cubique						
n° 57 A	2,8-2,8*	2,85	2,85	2,95	3,55	4,60
n° 60 A	2,8-2,8*	2,9	3,15	3,15	4,1	5,2
Pourriture molle						
n° 1 A	2,8-2,8*	3,05	3	3,15	3,20	3,15
n° 220 A	2,8-2,8*	2,9	2,75	2,95	3,15	3

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 17. — CENDRES 425 °C (EN % DES CENDRES DU BOIS SAIN INITIAL)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	100	99	94	102	95,5	102
n° 30 F	100	105	100	99	99,5	91,5
Pourriture cubique						
n° 57 A	100	102	99,5	98	88,5	88
n° 60 A	100	102	106,5	97	93	86
Pourriture molle						
n° 1 A	100	108	104,5	107	107,5	105
n° 220 A	100	103,5	98	103,5	109	104

TABLEAU 18. — COMPOSITION DES CENDRES DES BOIS (% DES BOIS ALTÉRÉS)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	0,010	0,010	0,010	0,010	0,005	0,005
SiO <sub>2</sub>						
Fe	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001
CaO	1,30	1,20	1,30	1,25	1,45	1,60
n° 30 F	0,010	0,003	0,001	0,005	0,004	0,017
SiO <sub>2</sub>						
Fe	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003
CaO	1,30	1,25	1,2	1,3	1,85	2,40
Pourriture cubique						
n° 57 A		0,008	0,010	0,005	0,005	0,010
SiO <sub>2</sub>						
Fe		0,001	0,003	0,002	0,009	0,010
CaO	id.	1,20	1,20	1,30	1,50	1,60
n° 60 A		0,005	0,002	0,003	0,021	0,018
SiO <sub>2</sub>						
Fe		0,001	0,001	0,001	0,003	0,003
CaO		1,20	1,25	1,35	1,90	2,35
Pourriture molle						
n° 1 A		0,009	0,007	0,008	0,007	0,002
SiO <sub>2</sub>						
Fe		0,001	0,001	0,002	0,002	0,001
CaO	id.	1,30	1,30	1,35	1,20	1,20
n° 220 A		0,007	0,011	0,008	0,009	0,010
SiO <sub>2</sub>						
Fe		0,007	0,005	0,002	0,005	0,005
CaO		1,15	1,1	1,2	1,3	2,0

TABLEAU 19. — CALCIUM (EN % DU CALCIUM DU BOIS SAIN INITIAL)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	100	91,5	95,3	90,5	92	94
n° 30 F	100	91,5	86	86	93,8	90,8
Pourriture cubique						
n° 57 A	100	92,5	90	92,8	80	60
n° 60 A	100	90,8	90,8	89,4	93,2	85,5
Pourriture molle						
n° 1 A	100	99,5	97,5	100	86,5	86,5
n° 220 A	100	89,4	84,7	90,8	97,6	90

nomène pourrait être lié à l'abaissement du pH signalé précédemment (p. 54). On pourrait aussi envisager que le champignon absorbe une partie des cendres ce qui se traduit par une baisse des matières minérales dans le bois mais ceci reste à prouver.

**CALCIUM.** La teneur apparente en calcium exprimée en CaO, augmente après 12 semaines d'attaque pour les pourritures fibreuses et cubiques. Elle ne varie guère que pour 20 semaines en ce qui concerne les pourritures molles.

Si on exprime les valeurs en pourcentage de la teneur initiale dans le bois sain, on observe une très légère diminution pour les pourritures fibreuses et molles et une diminution plus sensible, ne pouvant pas être imputée aux erreurs expérimentales, pour les pourritures cubiques et en particulier le n° 57 A. Là encore, l'hypothèse d'une migration du calcium dans le champignon ne devrait pas être rejetée.

**FER ET SILICE.** La précision des essais, du fait des faibles pourcentages de ces corps dans les bois, est insuffisante pour mettre en évidence une augmentation ou diminution de ces constituants. Il ne semble pas toutefois qu'il y ait de bouleversement en ce qui concerne la teneur en fer et en silice.

#### Conclusion concernant l'évolution des constituants chimiques.

L'évolution réelle des différents constituants (exprimée en % des quantités initiales de constituants) est différente selon la nature du constituant et le type de pourriture utilisé. Ainsi en moyenne, les pourritures cubiques sont les plus agressives, elles sont suivies par les pourritures fibreuses puis par les pourritures molles dont l'action est faible même pour les longues durées. On a d'ailleurs vu précédemment que les pertes totales en matière première au bout de 20 semaines variaient de 50 % à 5 %, selon le type de pourriture.

Pour les pourritures cubiques et les pourritures fibreuses, ces pertes se traduisent surtout par une dimi-

nution de la lignine et des carbohydrates (cellulose plus pentosanes) alors que les pertes en extraits (à l'exception des premières semaines où se produit peut-être le phénomène classique du stockage appelé « seasoning ») sont moins marquées et que l'on note même pour *Antrodia sp.* (n° 57 A) une augmentation sensible des produits extractibles due vraisemblablement à la décomposition des autres produits du bois.

Pour les pourritures molles, au contraire, les teneurs en lignine et carbohydrates, de même que les matières minérales restent inchangées et seuls les extraits à l'alcool-benzène subissent une perte importante de l'ordre de 40 %.

Peut-on déduire de ces remarques que les pourritures cubiques et les pourritures fibreuses sont plutôt « lignivores » et « cellulolytiques », alors que les pourritures molles seraient « résinophages » ou sans action ? (la variation des taux d'extraits correspondrait alors seulement au vieillissement du bois).

Enfin, si l'on effectue un classement pour tous les champignons pris isolément au lieu de considérer les résultats moyens par type de pourriture, on a alors par degré d'agressivité décroissante d'un point de vue chimique :

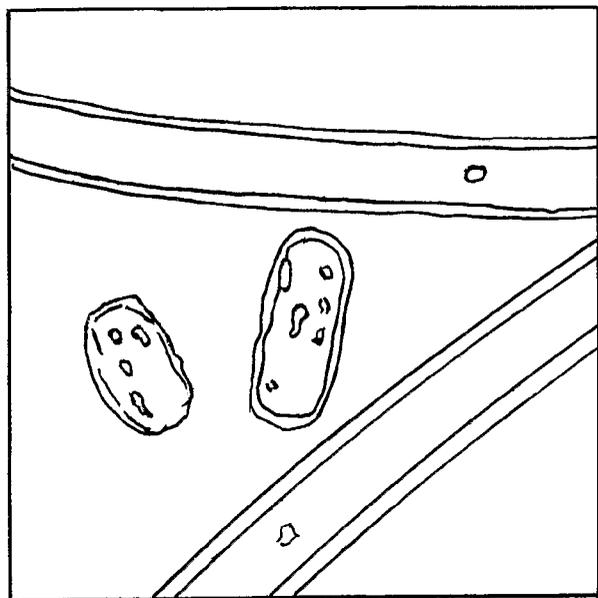
- *Antrodia sp.* souche 57 A (pourriture cubique),
- *Antrodia sp.* souche 60 A (pourriture cubique) et *Corioloopsis polyzona* souche 30 F (pourriture fibreuse),
- *Lentinus squarrosulus* souche 55 A (pourriture fibreuse),
- *Chaetomium globosum* souche 1 A et *Phialophora richardisiae* souche 220 A (pourritures molles).

On voit que la frontière entre pourriture cubique et pourriture fibreuse n'est pas absolument nette. La dégradation d'un bois dépendra donc non seulement du type de champignon mais aussi de la nature de ce champignon. Enfin, cette étude confirme que l'attaque des pourritures molles ne doit pas être crainte puisque les pertes sont faibles et qu'elles portent presque uniquement sur les extraits, constituants défavorables pour l'industrie papetière.

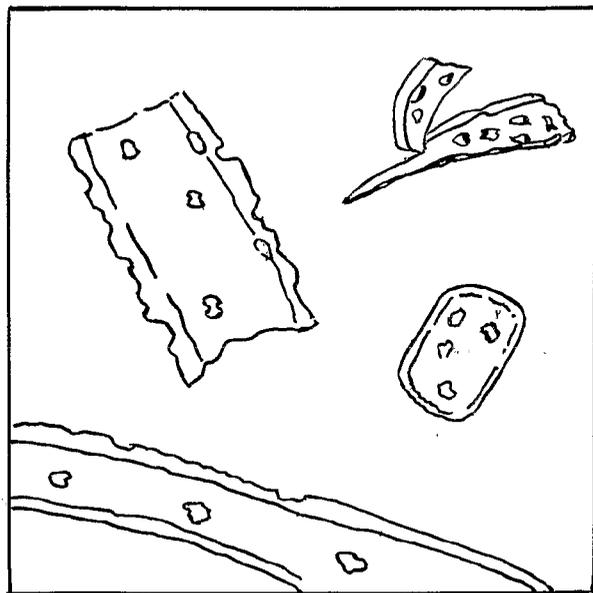
## OBSERVATION MICROGRAPHIQUE

Les pâtes de la première série d'essais obtenues par cuisson papetière ont fait l'objet d'observations microscopiques. La dégradation du bois se traduit par une perforation des fibres et des cellules. Le phénomène est

Schémas C. — Action des trois types de pourriture sur les tissus fibreux de *Limba*. (Observation microscopique, 1<sup>re</sup> série d'essais.)



*Chaetomium* (20 semaines)



*Lentinus squarrosulus*  
(20 semaines)

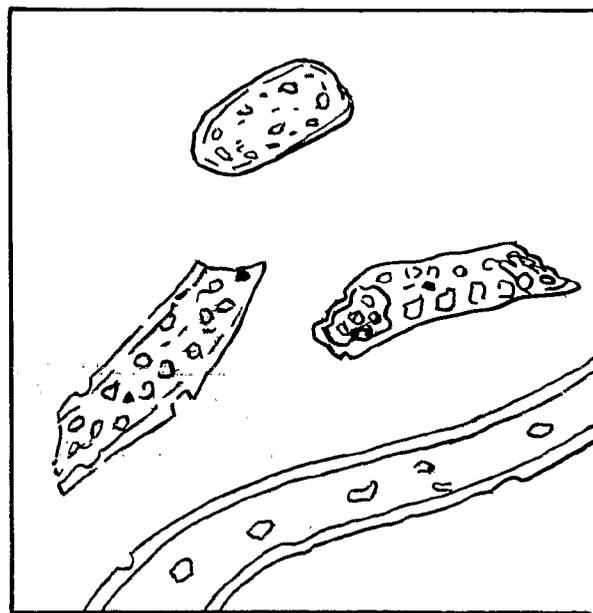
commun aux trois types de pourriture mais il se distingue par son intensité. Au cours des premières semaines, le nombre d'éléments altérés est peu important. Au contraire, au cours des dernières semaines, les fibres sont toutes plus ou moins attaquées. C'est *Antrodia sp.* qui donne la plus grande intensité de perforations, puis *Lentinus* et, assez loin derrière, *Chaetomium*. Dans les cas de forte dégradation, les brisures de fibres sont très nombreuses et les fibres restantes entières sont susceptibles de se casser en de nombreux morceaux à la moindre action mécanique.

On conçoit que le bois attaqué devienne un matériau spongieux n'offrant pratiquement plus de résistance au passage des liquides. On conçoit également, compte tenu de la fragilité des fibres, que la résistance mécanique des papiers diminue considérablement, particulièrement la résistance à la déchirure qui est liée à la longueur des fibres. Le matériau s'allège et peut donner des papiers ayant du bouffant. Les schémas C illustrent le phénomène observé.

Toutefois, ce type de perforation n'a pas été remarqué à l'examen des pâtes de la 2<sup>e</sup> série d'essais, peut-être à cause de la taille différente des copeaux (copeaux machine dans ce cas).

## CUISSON DES BOIS

Les copeauxensemencés au cours des deux séries d'essais ont été testés d'un point de vue papetier. Les résultats obtenus au cours des cuissons kraft sont donnés aux tableaux 20, 22, 24, 25, 26 et 27 en % des bois



*Antrodia sp.*  
(20 semaines)

altérés et aux tableaux 21 et 23 en % des bois initiaux. On a aussi tracé des graphiques correspondant aux valeurs moyennes trouvées pour chaque type de pourriture.

**Rendement en pâte écrue** (tableaux 20, 21, 22 et 23 et graphiques 5).

Le rendement en pâte écrue (brute ou classée) par rapport aux bois altérés baisse sensiblement en fonction du temps d'attaque dans le cas des pourritures cubiques et en particulier dans le cas de la souche 57 A. Il passe de 47-48 % à 20 % dans ce dernier cas. Au contraire, il évolue moins pour l'attaque aux pourritures fibreuses,

il reste pratiquement constant pour les pourritures molles.

Si l'on exprime les rendements en fonction du bois initial, les variations sont encore plus marquées puisque après 20 semaines d'attaque aux pourritures cubiques le rendement est de 10 à 15 % selon la souche. Après le même temps, il se situe autour de 25-30 % pour les pourritures fibreuses et de 45 % pour les pourritures molles.

Ces résultats concordent avec les observations faites au cours de l'étude chimique ; les taux des différents constituants variaient peu au cours de l'ensemencement aux pourritures molles alors que la composition chimique changeait considérablement dans le cas des *Antrodia* dans le sens d'une diminution des carbohydrates.

Graphiques 5. — Evolution moyenne des rendements en fonction du temps, par type de pourriture.

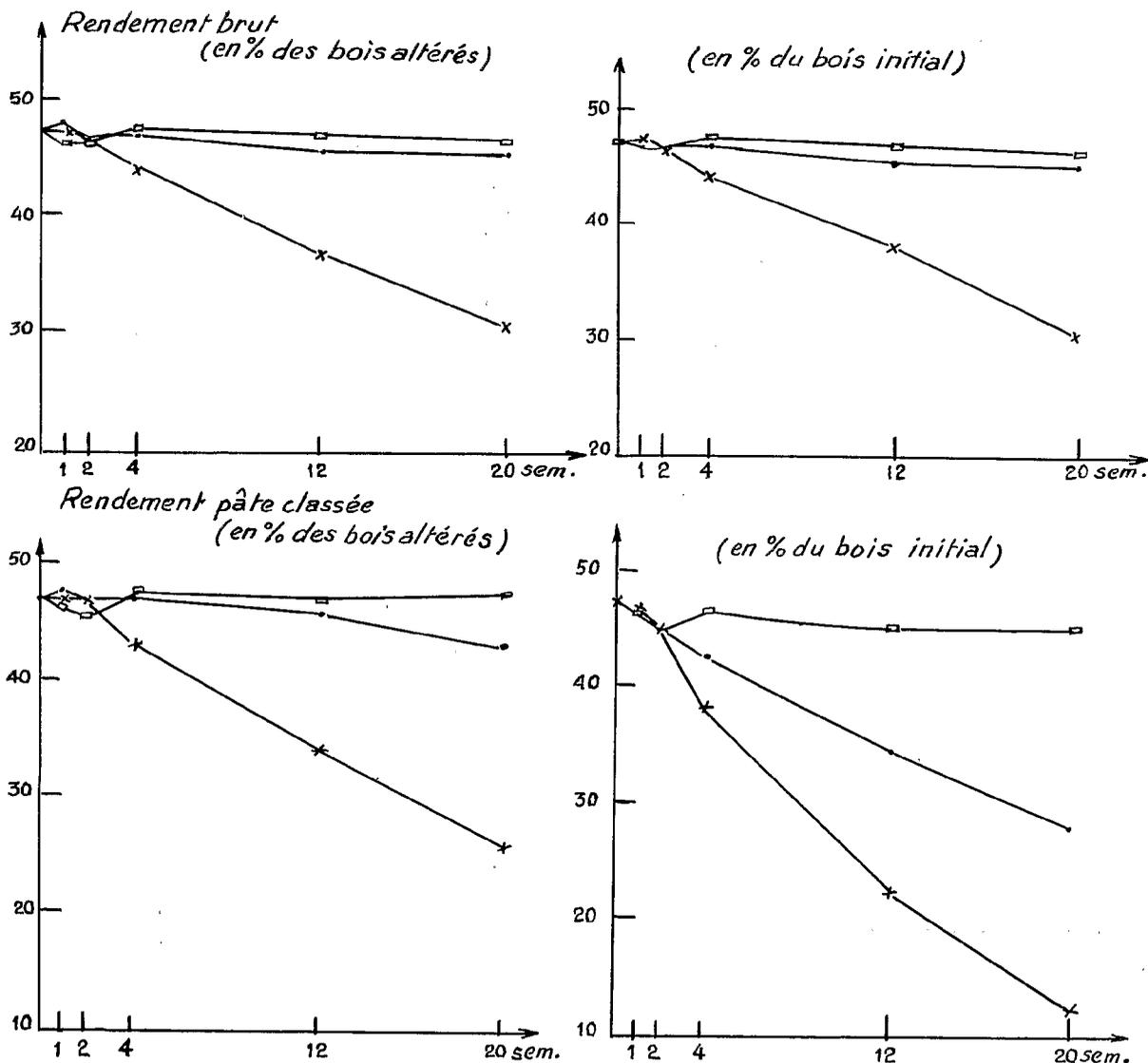


TABLEAU 20. — RENDEMENT EN PÂTE BRUTE (% DES BOIS ALTÉRÉS)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse n° 55 A n° 30 F	47,9-47,9* 47,0-46,9*	48,4 47,3	47,7 47,0	47,4 46,7	46,1 45,6	49,3 42,3
Pourriture cubique n° 57 A n° 60 A	47,9-47,9* 47,0-46,9*	47,3 47,3	47,0 47,3	41,5 46,5	29,8 44,6	20,3 42,2
Pourriture molle n° 1 A n° 220 A	47,9-47,9* 47,0-46,9*	46,2 46,5	45,3 46,9	48,5 47,4	47,8 47,1	47,9 47,2

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 21. — RENDEMENT BRUT (EN % DU BOIS SAIN)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse n° 55 A n° 30 F	47,9-47,9* 47,0-46,9*	47,85 45,0	45,55 43,55	44,6 40,25	38,05 30,8	37,6 20,95
Pourriture cubique n° 57 A n° 60 A	47,9-47,9* 47,0-46,9*	47,3 47,3	45,85 44,6	38,5 40,1	20,6 28,25	94 19,5
Pourriture molle n° 1 A n° 220 A	47,9-47,9* 47,0-46,9*	45,9 46,5	44,15 46,9	46,8 46,6	44,85 45,15	44,85 45,2

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 22. — RENDEMENT EN PÂTE CLASSÉE (% BOIS ALTÉRÉ)

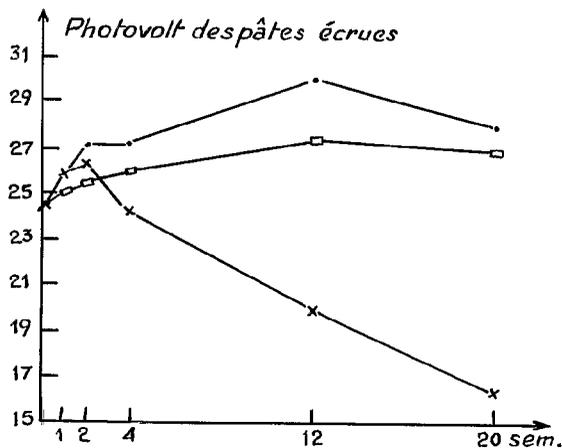
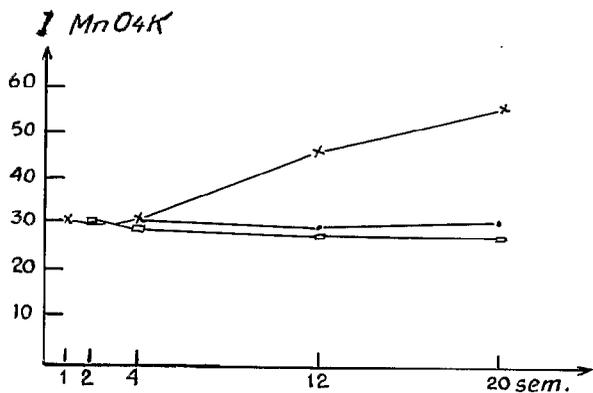
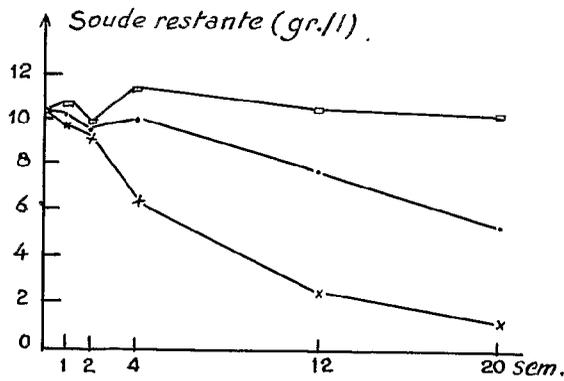
Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse n° 55 A n° 30 F	47,9-47,8* 46,7-46,6*	48,3 46,8	47,7 46,7	47,1 46,6	45,9 45,5	49,1 37,4
Pourriture cubique n° 57 A n° 60 A	47,9-47,8* 46,7-46,6*	47,3 46,9	47,0 47,2	38,9 46,4	23,5 44,5	14,2 36,9
Pourriture molle n° 1 A n° 220 A	47,9-47,8* 46,7-46,6*	46 46,1	45,2 46,2	48,2 47,2	47,4 46,6	47,7 46,7

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 23. — RENDEMENT EN PÂTE CLASSÉE (EN % DU BOIS SAIN)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse n° 55 A n° 30 F	47,9-47,8* 46,7-46,6*	47,75 44,5	45,45 43,3	44,3 40,15	37,9 30,7	37,45 18,5
Pourriture cubique n° 57 A n° 60 A	47,9-47,8* 46,7-46,6*	47,3 46,9	45,85 44,5	36,1 40	16,25 28,2	7,6 17,1
Pourriture molle n° 1 A n° 220 A	47,9-47,8* 46,7-46,6*	45,65 46,1	44,05 46,2	46,5 46,4	44,45 44,7	44,65 44,75

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.



Graphiques 6. — Evolution moyenne de la soude restante, des incuits, de l'indice de permanganate, du photovolt en fonction du temps, par type de pourriture.

#### Incuits (tableau 24 et graphiques 6).

La teneur en incuits est très faible et ne varie guère pour les pourritures molles et pour *Lentinus*. Elle atteint au contraire 5 à 6 % après plusieurs semaines d'attaque dans le cas des pourritures cubiques et l'augmentation est plus rapide pour le n° 57 A que pour le n° 60 A.

#### Soude restante après cuisson (tableau 25 et graphiques 6).

Au cours des 4 premières semaines, on n'observe pas de variation dans la consommation de soude au cours de la cuisson pour les pourritures fibreuses et molles. Mais pour des temps d'attaque de l'ordre de 12 à 20 semaines, on note un accroissement de la consommation de soude avec *Lentinus* et surtout *Corioloopsis* tandis que la dépense en alcali ne varie toujours pas pour les bois traités aux pourritures molles.

Dans le cas des pourritures cubiques, la consommation en soude augmente très rapidement et la solution alcaline est entièrement épuisée, après cuisson, pour une attaque de 20 semaines avec la souche 57 A. Cette évolution s'accorde parfaitement avec les observations faites au cours de l'étude chimique des bois.

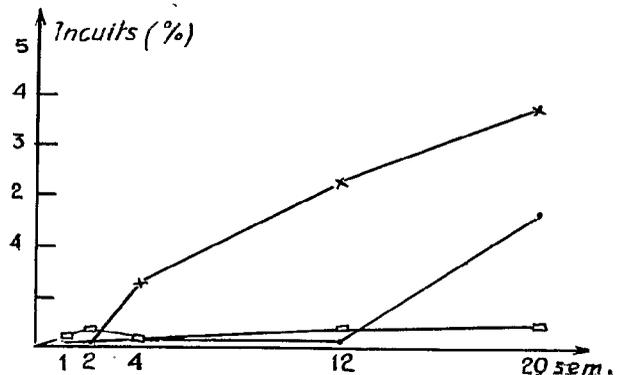


TABLEAU 24. — INCUIITS (% BOIS ALTÉRÉS)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse n° 55 A n° 30 F	0,1-0,0* 0,3-0,3*	0,1 0,5	0,0 0,3	0,3 0,1	0,2 0,1	0,2 4,9
Pourriture cubique n° 57 A n° 60 A	0,1-0,0* 0,3-0,3*	0,0 0,4	0,0 0,1	2,6 0,1	6,4 0,1	6,1 5,3
Pourriture molle n° 1 A n° 220 A	0,1-0,0* 0,3-0,3*	0,2 0,4	0,1 0,7	0,3 0,2	0,4 0,5	0,3 0,5

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 25. — SOUDE RESTANTE g/l

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse n° 55 A n° 30 F	10,4-10,1* 10,8-10,8*	10,3 9,9	10,4 9,0	11,0 9,0	8,6 7,1	7,6 3,0
Pourriture cubique n° 57 A n° 60 A	10,4-10,1* 10,8-10,8*	10,0 9,5	10,1 8,0	4,2 8,6	1,4 3,2	0,0 2,3
Pourriture molle n° 1 A n° 220 A	10,4-10,1* 10,8-10,8*	11,2 10,0	10,7 9,2	11,6 11,0	10,2 10,8	10,8 9,4

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 26. — INDICE MnO<sub>4</sub>K

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse n° 55 A n° 30 F	32,6-33,0* 29,3-30,1*	33,1 28,2	30,2 28	31,0 29,4	30,5 28,8	29,3 32,5
Pourriture cubique n° 57 A n° 60 A	32,6-33,0* 29,3-30,1*	32,9 28,7	31,5 27,7	33,2 28,6	66,0 (sur 80 ml) 28,9	80 (sur 80 ml) 32,8
Pourriture molle n° 1 A n° 220 A	32,6-33,0* 29,3-30,1*	32,0 28,7	32,0 29,2	30,6 29,3	27,7 28,4	29,4 27,6

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 27. — PHOTOVOLT DES PÂTES ÉCRUES

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse n° 55 A n° 30 F	21-21* 27,5-27,5*	22,5 29	24,5 30	25 29,5	30 31	31,5 24,5
Pourriture cubique n° 57 A n° 60 A	21-21* 27,5-27,5*	21,5 30	21,5 31	18 30,5	10 30	7 25,5
Pourriture molle n° 1 A n° 220 A	21-21* 27,5-27,5*	22 27	23 28	25 27	28,5 26,5	28,5 25,5

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

### Délicatification des bois (tableau 26 et graphiques 6).

L'indice de permanganate est relativement constant pour *Lentinus* et *Corioloipsis*. Il augmente avec les pourritures cubiques, cette augmentation est considérable avec la souche n° 57 A (il a été nécessaire d'effectuer les indices avec 80 cc de MnO<sub>4</sub>K pour les attaques de 12 et 20 semaines) mais moins marquée avec la souche n° 60 A. Ces résultats cadrent avec l'augmentation du taux de lignine dans les bois attaqués par la pourriture brune *Antrodia sp.* n° 57 A.

Enfin, les pâtes traitées aux pourritures molles sont dans leur ensemble un peu moins dures que les pâtes de

référence, ce qui confirme la diminution des taux d'extraits trouvés au cours de l'analyse chimique.

### Teinte des pâtes écrues (tableau 27 et graphiques 6).

Les pâtes de bois traités par les pourritures cubiques foncent sensiblement en fonction de la durée de l'attaque surtout pour *Antrodia* (1<sup>re</sup> souche). Ce résultat est normal puisque, d'une part, il s'agit d'une pourriture cubique qui assombrit le bois et que, d'autre part, le taux de lignine du bois et la dureté des pâtes augmentent. Ceci peut être rapproché de l'ancien nom de ce type de pourritures (appelées initialement pourritures brunes).

Au contraire, on observe un certain éclaircissement des pâtes de bois traités par la plupart des pourritures fibreuses et molles. Ce résultat est surprenant car il ne s'explique par aucune des observations précédentes. Il faut donc attribuer à ces deux types de pourritures une action spécifique décolorante.

#### Corrélations entre la composition chimique des bois et les résultats de cuisson.

Cette étude a été l'occasion de vérifier qu'il existe des corrélations entre la composition chimique des bois et les résultats de cuisson. Les % respectifs des différents constituants des bois influent bien sur les consommations en réactifs, la dureté des pâtes et leur rendement.

#### Conclusion en ce qui concerne la cuisson kraft.

Les essais précédents ont montré que les pourritures cubiques modifiaient sensiblement les résultats de cuisson et donnaient des pâtes plus dures, plus foncées, avec de très faibles rendements (moins de 20 % du bois initial). Les pourritures fibreuses viennent en deuxième position avec une attaque plus modérée suivies des pourritures molles dont l'action est peu sensible sinon bénéfique (élévation du photovolt écrivu).

Enfin, le classement individuel des champignons par ordre d'agressivité décroissante est le suivant en ce qui concerne le comportement à la cuisson kraft :

- *Antrodia sp.* n° 57 A,
- *Antrodia sp.* n° 60 A suivi de très près par *Coriopsis polyzona* n° 30 F,
- *Lentinus squarrosulus* n° 55 A,
- *Chaetomium globosum* n° 1 A et *Phialophora richardisiae* n° 220 A.

Ce classement est identique à celui effectué sur la base de la composition chimique.

### CARACTÉRISTIQUES DES PAPIERS

Les papiers tirés à la formette de laboratoire ont été analysés et les résultats obtenus sont donnés aux tableaux 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 et 35. Les moyennes pour chaque type de pourriture ont été utilisées pour tracer des courbes d'évolution des caractéristiques mécaniques en fonction du temps d'ensemencement.

#### Longueur de rupture (tableau 28 et graphiques 7).

La longueur de rupture diminue en fonction du temps d'attaque avec *Antrodia*. Les variations ne sont guère sensibles au cours des deux premières semaines, mais elles sont nettes à partir de la quatrième semaine.

TABLEAU 28. — LONGUEUR DE RUPTURE (A 40 °SR) en m

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	8800-8200*	8.200	9.400	8.400	8.500	7.900
n° 30 F	9500-9300*	9.300	8.900	8.500	6.300	4.800
Pourriture cubique						
n° 57 A	8000-8200*	8.500	8.700	7.700	1.100	780
n° 60 A	9500-9300*	9.400	9.400	8.600	6.500	4.300
Pourriture molle						
n° 1 A	8800-8200*	9.100	8.600	8.800	8.300	7.700
n° 220 A	9500-9300*	9.600	9.000	9.600	9.500	9.300

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 29. — INDICE D'ÉCLATEMENT (A 40 °SR — nouvelles unités = KPa/gm<sup>2</sup>)

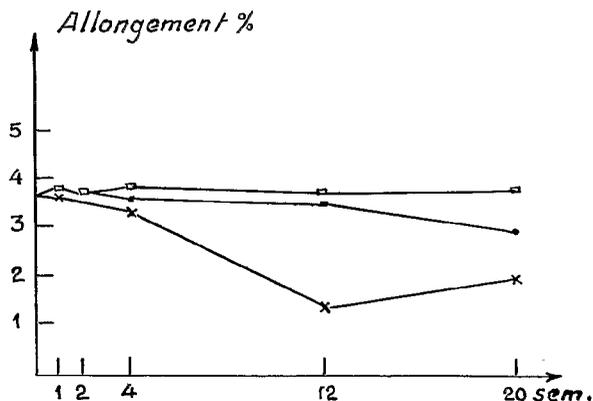
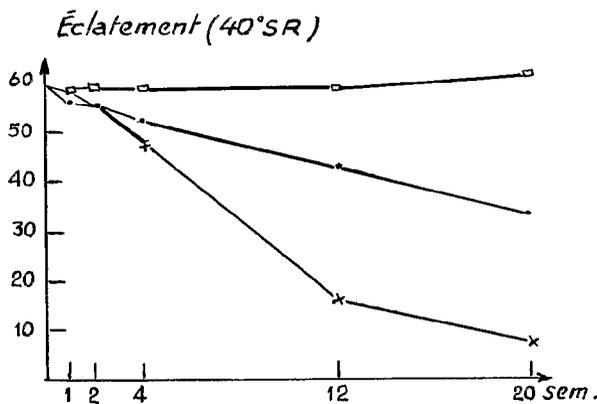
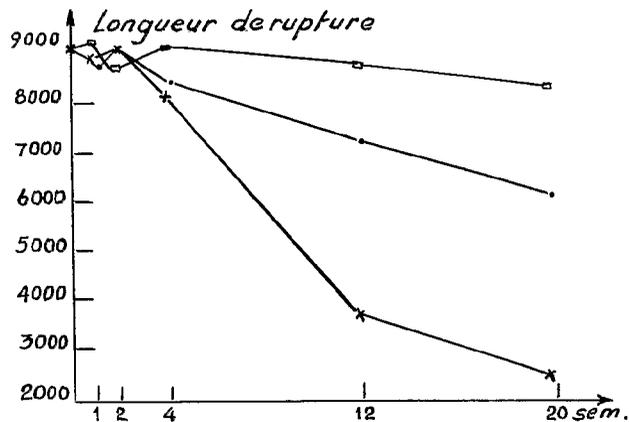
Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	5,6-5,2*	5,3	5,5	5,4	5,4	3,9
n° 30 F	6,8-6,4*	5,9	5,5	5,1	3,1	1,8
Pourriture cubique						
n° 57 A	5,6-5,2*	5,4	5,7	4,8	0,2	1,5
n° 60 A	6,8-6,4*	6,4	5,5	4,8	3,0	1,4
Pourriture molle						
n° 1 A	5,6-5,2*	5,7	5,7	5,3	5,6	5,4
n° 220 A	6,8-6,4*	6,4	6,1	6,5	6,3	6,9

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

A la 12<sup>e</sup> semaine, il ne reste pratiquement aucune résistance pour les pâtes préparées à partir de Limba traité avec la souche 57 A.

L'attaque est moins rapide avec les pourritures fibreuses et les pertes de résistance ne sont marquées que pour la 20<sup>e</sup> semaine.

Graphiques 7. — Evolution moyenne de la longueur de rupture, de l'éclatement et de l'allongement en fonction du temps, par type de pourriture.



Avec les pourritures molles, la résistance à la rupture est inchangée.

Eclatement, plis, allongement (tableaux 29, 31, 34 et graphiques 7 et 8).

Les remarques qui peuvent être formulées sont sem-

Graphiques 8. — Evolution moyenne du double pli, de la déchirure et de la main en fonction du temps, par type de pourriture.

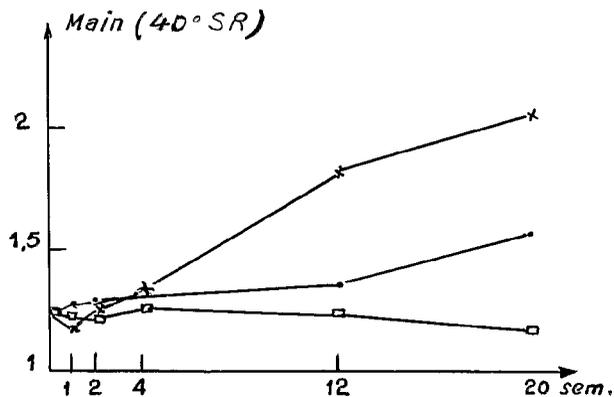
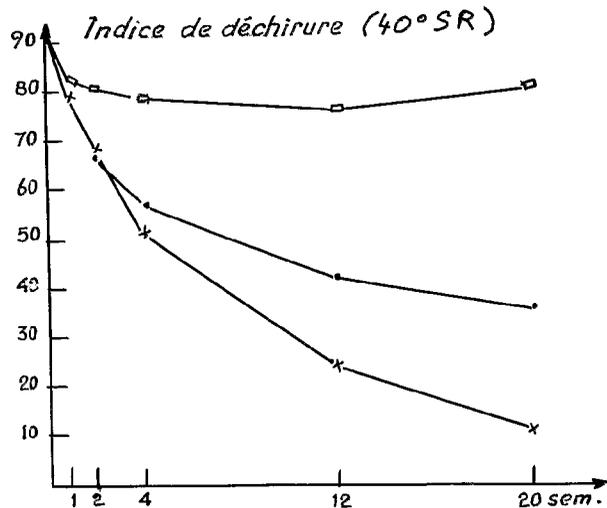
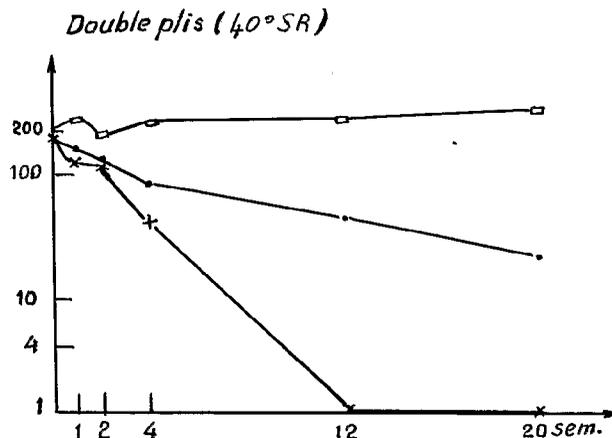


TABLEAU 30. — INDICE DE DÉCHIREMENT (A 40 °SR — nouvelles unités mN/gm<sup>2</sup> × 100)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	1110-1040*	950	780	720	560	500
n° 30 F	780-760*	590	550	420	280	210
Pourriture cubique						
n° 57 A	1110-1040*	920	850	620	120	60
n° 60 A	780-760*	660	520	420	360	160
Pourriture molle						
n° 1 A	1110-1040*	1040	1050	970	920	990
n° 220 A	780-760*	630	580	610	630	640

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 31. — DOUBLE PLIS (A 40 °SR)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	140- 70*	100	140	130	140	70
n° 30 F	360-220*	220	150	60	2	1
Pourriture cubique						
n° 57 A	140- 70*	100	90	52	0	0
n° 60 A	360-220*	170	150	70	2	0
Pourriture molle						
n° 1 A	140- 70*	130	120	100	100	70
n° 220 A	360-220*	350	240	310	310	400

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 32. — MAIN (A 40 °SR)

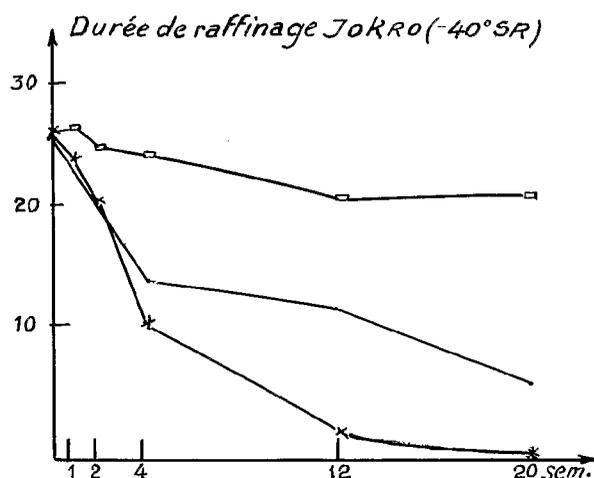
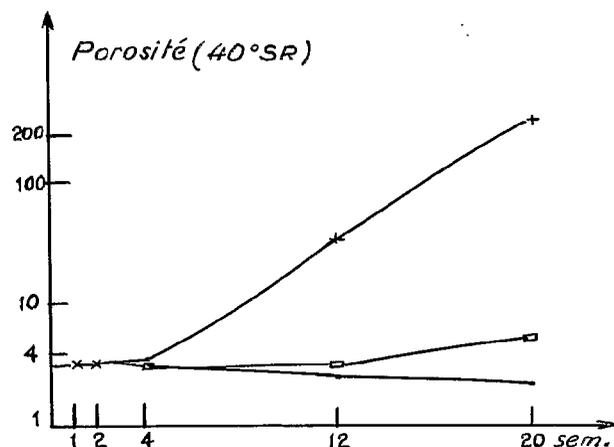
Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	1,25-1,25*	1,25	1,25	1,25	1,25	1,45
n° 30 F	1,20-1,15*	1,25	1,30	1,35	1,45	1,70
Pourriture cubique						
n° 57 A	1,25-1,25*	1,20	1,25	1,30	2,10	2,40
n° 60 A	1,20-1,15*	1,15	1,25	1,35	1,55	1,75
Pourriture molle						
n° 1 A	1,25-1,25*	1,25	1,20	1,30	1,25	1,25
n° 220 A	1,20-1,15*	1,15	1,20	1,20	1,20	1,10

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 33. — POROSITÉ (A 40 °SR)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	5-4*	5	5	4	3	4
n° 30 F	1,5-1,5*	2	2	2,5	1	1,5
Pourriture cubique						
n° 57 A	5-4*	4	4	4	70	500
n° 60 A	1,5-1,5*	1,5	2	2	1,5	2
Pourriture molle						
n° 1 A	5-4*	5	4	5	3	9
n° 220 A	1,5-1,5*	2	2	2	2	2

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.



Graphiques 9. — Evolution moyenne de la porosité et de la durée de raffinage en fonction du temps, par type de pourriture.

blables à celles qui se rapportent à la longueur de rupture.

#### Déchirure (tableau 30 et graphiques 8).

La déchirure, plus encore que la longueur de rupture, est sensible à l'action des pourritures.

Avec les pourritures cubiques la chute est très rapide et l'on perd déjà plus de 40 % à la 4<sup>e</sup> semaine. La résistance est diminuée des 3/4 après 12 semaines d'attaque, elle est presque nulle au bout de 20 semaines.

Avec les pourritures fibreuses, la diminution de la déchirure est également très sensible, bien que moins rapide qu'avec *Antrodia*. On perd en moyenne 60 % de la résistance initiale après 20 semaines d'attaque.

La diminution est beaucoup plus faible avec les pourritures molles, mais elle peut atteindre quand même 10 % de la valeur initiale.

#### Main (tableau 32 et graphiques 8).

La main augmente en fonction du degré de l'attaque. L'augmentation est très rapide pour les pourritures cubiques et l'on atteint des valeurs presque doubles des valeurs initiales. Avec les pourritures fibreuses, l'augmentation ne devient sensible que vers la 20<sup>e</sup> semaine. L'augmentation n'est pas décelable avec *Chaetomium* et *Phialophora*.

#### Porosité (tableau 33 et graphiques 9).

La porosité est peu influencée par les champignons, à l'exception de *Antrodia sp.* pour lequel on enregistre une forte augmentation due sans doute à la plus forte épaisseur du papier pour un même poids de pâte comme indiqué précédemment.

#### Durée de raffinage (tableau 35 et graphiques 9).

L'attaque du bois facilite le raffinage des pâtes. La durée de raffinage diminue très rapidement en fonction du temps d'attaque dans le cas des pourritures cubiques et tend vers 0 pour les attaques de longue durée. Elle diminue un peu moins rapidement avec les pourritures fibreuses (50 % en 12 semaines). La diminution est lente avec les pourritures molles mais, bien que ce type de pourriture soit peu actif d'un point de vue papetier, on observe cependant une perte de 20 % indiquant une certaine fragilité potentielle des fibres.

TABLEAU 34. — ALLONGEMENT % (A 40 °SR)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	4,0-4,1*	4,0	4,3	4,0	4,4	3,6
n° 30 F	3,1-3,9*	3,4	3,4	3,3	2,7	2,2
Pourriture cubique						
n° 57 A	4,0-4,1*	3,8	4,1	3,8	0,9	0,9
n° 60 A	3,1-3,9*	3,2	3,2	2,9	1,9	1,1
Pourriture molle						
n° 1 A	4,0-4,1*	3,8	3,9	3,8	4,0	3,8
n° 220 A	3,1-3,9*	3,6	3,6	3,6	3,7	4,1

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 35. — DURÉE DE RAFFINAGE AU JOKRO (EN MINUTES POUR 40 °SR)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse n° 55 A n° 30 F	31-32* 20-20*	31 17	28 14	19 9	20 4	10 2
Pourriture cubique n° 57 A n° 60 A	31-32* 20-20*	30 18	25 17	13 9	1 3	0 (63° SR pâte brute) 1
Pourriture molle n° 1 A n° 220 A	31-32* 20-20*	35 18	36 15	32 17	25 17	24 19

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

#### Classement des pourritures d'un point de vue papetier.

De toute évidence, le classement est le même que pour la composition chimique des bois et la cuisson :

Très agressif : *Antrodia* sp. n° 57 A (pourriture cubique).

Moyennement agressifs : *Antrodia* sp. n° 60 A

(pourriture cubique) puis *Corioloipsis polyzona* (pourriture fibreuse).

Assez peu agressif : *Lentinus squarrosulus* (pourriture fibreuse).

Très peu agressifs : *Chaetomium globosum* et *Phialophora richardsiae* (pourritures molles).

#### APTITUDE DES PÂTES AU BLANCHIMENT

Les quantités de pâte étaient trop peu importantes pour que l'on puisse procéder à un blanchiment classique complet. On s'est limité à un traitement des pâtes au chlorite de sodium, le mode opératoire conduisant à celui qui est retenu pour la détermination du degré de polymérisation. Pour toutes les pâtes on a mesuré la blancheur atteinte, la stabilité de la blancheur vis-à-vis du jaunissement et le degré moyen de polymérisation. Les chiffres trouvés sont donnés aux tableaux 36, 37 et 38 et sous forme de graphique en ce qui concerne les moyennes pour chaque type de pourriture.

#### Influence de l'étuvage à 120°.

On a vérifié que l'étuvage ne modifiait pas très sensiblement les résultats en ce qui concerne le photovolt des pâtes traitées au chlorite, leur stabilité (photovolt après

3 jours à 105° exprimé en % de la blancheur initiale) et leur degré de polymérisation :

Matière première	Photovolt ClO <sub>2</sub> Na	Stabilité %	D.P.
Bois initial	85	74	1 090
Bois étuvé à 120°	85	75	1 040

Photovolt sur pâte blanchie (tableau 36 et graphiques 10).

Les trois types de pourritures ont une action défavorable et les pâtes traitées 12 à 20 semaines atteignent des seuils de blancheur moins élevés que les pâtes de référence. Les différences sont assez faibles avec les pourri-

TABLEAU 36. — PHOTOVOLT DES PÂTES BLANCHIES AU ClO<sub>2</sub>Na

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse n° 55 A n° 30 F	85-85* 84,5-84,5*	82 82	83,5 82	82,5 80	78,5 81	75 80,5
Pourriture cubique n° 57 A n° 60 A	85-85* 84,5-84,5*	83,5 82	83,5 83	83,5 80	68 80	17 79
Pourriture molle n° 1 A n° 220 A	85-85* 84,5-84,5*	84,5 81,5	84,5 81	84,5 81,5	82,5 82,5	79 81,5

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

Graphiques 10. — Evolution moyenne du photovolt, du degré de polymérisation et de la stabilité de la blancheur en fonction du temps, par type de pourriture.

tures molles (3 à 4 points de moins), plus sensibles avec les pourritures fibreuses (5 à 10 points de moins), et très importantes avec les pourritures cubiques (- 68 points). Dans le cas du 1<sup>er</sup> essai (57 A), les pâtes deviennent même inblanchissables au chlorite quelle que soit la quantité de réactif utilisé.

**Stabilité de la blancheur** (tableau 37 et graphiques 10).

Avec *Androdia sp.* n° 57 A la stabilité de la blancheur diminue en fonction du degré d'attaque de la pourriture. Un phénomène inverse est mis en évidence pour *Androdia* n° 60 A, *Lentinus* et *Corioloipsis* ce qui est *a priori* surprenant. Cette observation est à rapprocher de celles qui ont été faites au sujet de la teinte de la pâte écriue. Dans ce cas particulier, l'action de ces pourritures pourrait donc ne pas être défavorable. On ne note pas de variations sensibles avec les pourritures molles.

**Degré de polymérisation** (tableau 38 et graphiques 10).

Le degré de polymérisation de la cellulose décroît très rapidement avec les pourritures cubiques. Il évolue moins dans le cas des pourritures fibreuses, surtout pour la souche n° 55 A et on observe même une légère augmentation avec les pourritures molles.

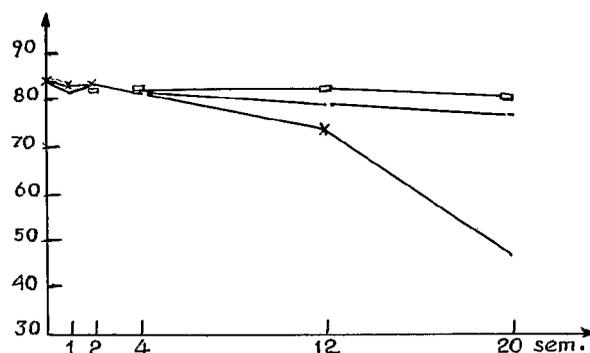
**Classement des pourritures du point de vue aptitude au blanchiment.**

On retrouve une fois encore un classement identique des champignons pris isolément. Il est donc inutile de le rappeler à nouveau.

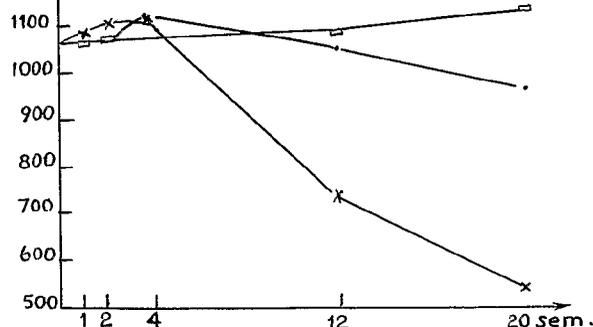
#### ACTION DES POURRITURES EN FONCTION DU RÉSIDU DE BOIS APRÈS ATTAQUE

On a vu précédemment que les pourritures attaquaient plus ou moins rapidement les bois selon leur nature, *Androdia sp.* étant de ce point de vue la pourri-

#### Photovolt



#### Degré de polymérisation



#### Stabilité de la blancheur (%)

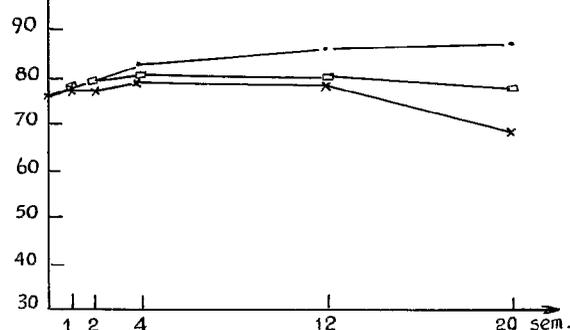


TABLEAU 37. — STABILITÉ DE LA BLANCHEUR (EN %)

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	74-75*	77,5	78	80,5	85,5	87,5
n° 30 F	80,5-81,5*	79,5	80	86	86,5	85,5
Pourriture cubique						
n° 57 A	74-75*	75	75	73	61,5	50
n° 60 A	80,5-81,5*	80,5	79	86,5	86,5	86,5
Pourriture molle						
n° 1 A	74-75*	77	78,5	80	79,5	78
n° 220 A	80,5-81,5*	80	80	81,5	79,5	75

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

TABLEAU 38. — DEGRÉ DE POLYMÉRISATION

Durée du traitement	0	1 semaine	2 semaines	4 semaines	12 semaines	20 semaines
Pourriture fibreuse						
n° 55 A	1090-1040*	1.050	1.045	1.100	980	1.030
n° 30 F	1050- 990*	1.080	1.100	1.140	1.120	880
Pourriture cubique						
n° 57 A	1090-1040*	1.065	1.090	1.060	350	200
n° 60 A	1050- 990*	1.100	1.110	1.150	1.100	830
Pourriture molle						
n° 1 A	1090-1040*	1.055	1.050	1.130	1.130	1.200
n° 220 A	1050- 990*	1.110	1.100	1.100	1.050	1.080

\* : 1<sup>er</sup> chiffre, bois initial - 2<sup>e</sup> chiffre, bois étuvé.

ture la plus agressive. Il n'était cependant pas évident que, bien qu'ayant une action plus lente, les autres champignons ne puissent donner des résultats similaires à condition toutefois de laisser l'attaque se poursuivre plus longtemps. Pour élucider ce point on a comparé

l'action des six pourritures à perte de masse égale.

Là encore, on a abouti aux mêmes résultats que précédemment : chaque pourriture a une action spécifique différente et à perte de poids égale on retrouve le même classement du point de vue agressivité.

## RÉSUMÉ ET CONCLUSION

Quelle que soit la nature des observations (physique, chimique ou papetière) on peut classer de la même façon les trois types de pourritures. Ce sont en moyenne les pourritures cubiques qui ont l'action la plus dégradante ; les pourritures fibreuses ont ensuite une action moyenne moins brutale et les pourritures molles modifient assez peu les propriétés du bois.

Toutefois, si l'on considère chaque champignon pris isolément, le classement par agressivité décroissante est le suivant :

- *Antrodia sp.* n° 57 A (pourriture cubique),
- *Antrodia sp.* n° 60 A (pourriture cubique) et *Coriopsis polyzona* n° 30 F (pourriture fibreuse),
- *Lentinus squarrosulus* n° 55 A (pourriture fibreuse), fibreuse),
- *Chaetomium globosum* n° 1 A et *Phialophora richardsiae* n° 200 A (pourritures molles).

On remarque donc que l'action de la pourriture cubique la moins agressive se rapproche de celle de la pourriture fibreuse la plus agressive. La dégradation d'un bois dépend donc non seulement du type du champignon mais aussi de sa nature.

Les bois attaqués se caractérisent essentiellement par une perte de poids et une diminution de la densité. Mais les vitesses d'attaque sont très différentes selon la nature de la souche. Elles sont toujours très rapides avec *Antrodia sp.* n° 57 A, très lentes avec les pourritures molles, et intermédiaires pour les autres champignons.

Sur le plan chimique, la composition apparente des bois altérés peut être dans certains cas sensiblement modifiée. Les vitesses de disparition des constituants dépendent de la nature de la pourriture. Ainsi avec les pourritures molles, seule intervient dans le temps une perte en extraits alcool-benzène, ce qui est plutôt favorable. Avec les autres champignons, on enregistre au contraire une diminution plus ou moins sensible de la lignine ou des carbohydrates initiaux, alors que les produits extractibles diminuent faiblement pour les courtes durées d'attaque puis remontent plus ou moins au niveau initial ou même augmentent sensiblement pour *Antrodia sp.*

Sur le plan papetier, les attaques dues à l'ensemencement des bois conduisent, pour les pourritures fibreuses et surtout cubiques, à des pertes en rendement, à des consommations en réactifs plus élevées et à un affaiblissement des caractéristiques mécaniques des pâtes allant de pair avec une augmentation de la rapidité du raffinage. Pour les pourritures molles, on n'enregistre, comme précédemment, que peu de variations, seules la déchirure et la vitesse de raffinage sont un peu modifiées. On retrouve encore à perte de poids égale l'action spécifique de chaque pourriture et, particulièrement celle très néfaste d'*Antrodia* n° 57 A.

D'un point de vue pratique cette étude a donc confirmé que le stockage en climat tropical peut s'avérer très défavorable s'il n'est pas effectué dans de bonnes conditions ou s'il est trop prolongé et surtout si l'on a à faire à *Antrodia sp.*, champignon très répandu en zone

tropicale. Non seulement, on enregistrera une perte en matière première qui peut être très importante mais aussi le bois résiduel aura perdu une grande partie de ses qualités en devenant, dans certains cas, absolument inutilisable.

D'un point de vue théorique, ces essais ont montré que l'action des champignons est plus ou moins sélec-

tive selon les constituants du bois. Une étude chimique plus détaillée des composés les plus sensibles à la dégradation (en particulier les produits extractibles et peut-être aussi les polysaccharides) pourrait être intéressante. Ce type d'analyse qui n'était pas possible lors de la réalisation de ce travail pourrait être éventuellement programmé plus tard.

## BIBLIOGRAPHIE

- HALUK (J. P.), METCHE (M.). — Biotransformation de la lignine ozonolysée par deux champignons : *Trametes versicolor* et *Trichoderma kőningii*. Journées Internationales d'Etudes du Groupe Polyphénols. Toulouse, septembre-octobre 1982.
- KIRK (T. K.), HARKIN (J. M.). — Biodégradation de la lignine et bioconversion du bois (Forest Products Laboratory - Madison). Preprints of the Gordon Research conference on « Chemistry and Physics of Paper ». Plymouth, 23-27 août 1976.
- PROCTES (A. R.). — The effect of rot on kraft pulp yield and quality, A Review. Pulp and Paper Magazine of Canada, avril 1973.
- ROCH (P.). — Biodégradation de la lignine et métabolisme secondaire chez des champignons basidiomycètes de pourriture blanche. Journées Internationales d'Etudes du Groupe Polyphénols. Toulouse, septembre-octobre 1982.
- SAVARD (J.), ANDRÉ (A. M.). — Etude chimique de l'attaque d'un *Triplochiton scleroxylon* par *Poria sp.* et par *Lentinus nigripes*. Publication C.T.F.T., 1956.
- SPRINCE (E. L.). — Evaluation of chemical treatments for maintaining brightness of stored wood chips. TAPPI Journal, février 1983.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été effectuée en collaboration avec la Division de Préservation du C.T.F.T. pour la fourniture des pourritures et pour les travaux relatifs à l'ensemencement des bois.

Nous adressons nos bien vifs remerciements au personnel de cette Division.

