

Photo Société Fakler.

*Portion conique d'une cuve cylindroconique pour traitement de minerai d'uranium.
Diamètre de 8 m., hauteur : 4 m. Doussié de 70 mm.*

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA RÉSISTANCE DES BOIS TROPICAUX AUX ACIDES MINÉRAUX

par J. SAVARD, A.-M. ANDRÉ et P. GUINET,
Division de Chimie du C.T.F.T.

SUMMARY

RESISTANCE OF TROPICAL WOODS TO ACIDS

An attempt has been made to classify tropical hardwoods according to their resistance to solutions of hydrochloric, nitric, and sulfuric acids.

After soaking the test pieces under conditions similar to those prevailing in industrial use, measurements have been made of their absorption rate, loss of weight, and dimensional variations. The behaviour of the test pieces when left to dry in the air has been observed. It has been established that the action of the acids makes the woods much more susceptible to later action by alkaline solutions. The species under test have been compared with pitch-pine.

RESUMEN

LA RESISTENCIA DE LAS MADERAS TROPICALES A LOS ÁCIDOS

Se ha tratado de clasificar cierto número de maderas frondosas tropicales en relación con su resistencia respectiva ante el ataque de las soluciones de los ácidos clorhídrico, nítrico, y sulfúrico.

Para ello, se ha medido, después de inmersión en condiciones semejantes a las condiciones de utilización industrial, el porcentaje de absorción y de pérdida de peso, las variaciones sufridas por la probeta y el comportamiento de la misma una vez que se la dejó sacar al aire. Así, se ha demostrado, que la solución de los ácidos hace a las maderas mucho más sensibles a la acción ulterior de una solución alcalina. Las variedades de madera estudiadas han sido comparadas con el pino.

Ce problème préoccupe les utilisateurs de cuves en bois dans l'industrie chimique. Divers auteurs se sont efforcés de classer les essences par des

méthodes variées dont aucune n'est entièrement satisfaisante, car la notion de résistance peut avoir, des significations diverses.

MÉTODES PHYSIQUES

COLLARDET a utilisé la cote dynamique K/d^2 c'est-à-dire le quotient, par le carré de la densité, de l'énergie (en kgm/cm^2) nécessaire pour rompre au choc une éprouvette standard. Résisteraient le mieux à une solution acide les essences dont la cote dynamique diminue le moins après trempage dans cette solution. Les essences suivantes (les noms scientifiques sont donnés à la fin de cet article) :

Angélique, Azobé, Bahia, Bang-Lang, Charme, Gaïac, Hêtre, Iroko, Movingui ont été ainsi étudiées à la température ordinaire vis-à-vis :

d'une solution à 75 % d'acide acétique (durée du trempage sept mois),

d'une solution à 25 % d'acide acétique (durée du trempage un an),

d'une solution à 25 % d'acide acétique et 2 % d'acide sulfurique SO_3H_2 (durée du trempage un an).

Des éprouvettes témoins étaient immergées dans l'eau pure. COLLARDET a constaté que les essences ci-dessus résistaient parfaitement à l'action de l'acide acétique ; mais seuls le Bahia, le Gaïac

et le Movingui avaient une résistance satisfaisante vis-à-vis de la solution renfermant de l'acide sulfurique.

BARANGER, MERCIER et PERNET se sont basés, pour classer les essences, sur la variation après trempage de la dureté Brinell. Ces auteurs ont étudié la résistance de quarante essences du Gabon vis-à-vis des acides acétique, chlorhydrique et sulfurique en solutions étendues et concentrées, à froid (durée du trempage un mois).

Résisteraient le mieux à l'acide acétique :

Azobé, Essoula, Evino, N'Gola, Okolangouma, Ossoka, Pupungu ;

à l'acide chlorhydrique :

Azobé, Bilinga, Eborn-Zok, Okolangouma ;

à l'acide sulfurique :

Azobé, Ovala, Ovangkol, Ozouga.

BAECHLER se base lui aussi sur les variations des propriétés mécaniques après trempage. Son étude a porté sur le Chêne Blanc, le Cyprès, le Pin Douglas et le Red Wood dont des éprouvettes étaient trempées pendant une à dix semaines dans

des solutions de 2 à 6 % d'acide nitrique NO_3H ou sulfurique SO_4H_2 . Différentes températures comprises entre 28° et 50° C ont été étudiées.

L'auteur conclut que les conifères expérimentés sont les plus résistants et déconseille l'emploi des bois feuillus.

MÉTHODE CHIMIQUE

CAMPBELL et BAMFORD attaquent les bois en poudre par une solution à 1 % d'acide sulfurique SO_4H_2 à 100° C pendant des durées variables s'élevant jusqu'à vingt-quatre jours.

Les essences les plus résistantes devront subir la perte de poids la plus faible. Ces auteurs admettent que les essences les plus riches en lignine et en alpha-cellulose, et les plus pauvres en pentosanes doivent être préférées.

MÉTHODES MIXTES

MOERATH mesure la perte de poids subie par une éprouvette trempée pendant quatre semaines dans des solutions à 2,5-10 % des acides lactique, acétique, chlorhydrique et sulfurique. Cet auteur complète ces essais par des mesures de la variation de la flexion statique après trempage. Il conclut encore à la supériorité des gymnospermes.

HAUSER et BAHLMANN mesurent la quantité de solution absorbée par une éprouvette, quantité qui traduirait le degré possible d'attaque. Ils déterminent également les variations des dimensions après trempage et séchage à l'air pendant une semaine. Toutes les modifications d'aspect sont soigneusement observées. Ces auteurs estiment que les bois résineux sont systématiquement les meilleurs.

BREYER et BANKS ont pris en considération l'absorption, la perte de poids et les variations des propriétés mécaniques. Ces auteurs ont fait une étude aussi complète que possible de la résis-

tance vis-à-vis de l'acide sulfurique des essences suivantes :

Balau, Lagan, Merabau, Clear Pine, Pitch Pine, South african Pine, Red Wood. Selon ces auteurs, la supériorité du Pitch Pine est manifeste.

Aucune méthode ne peut offrir de garantie absolue. Toutes s'efforcent de remplacer l'effet de la durée par une augmentation de la concentration ou de la température. Il en sera de même de nos essais.

Les méthodes basées sur les variations des dimensions ou celles des propriétés mécaniques ignorent la perte de poids (attaque proprement dite) et les modifications de la composition chimique du bois. Mais une attaque chimique faible, accompagnée néanmoins de fortes variations des dimensions, se traduira par une mise hors service d'une cuve. Toutes les méthodes ignorent le rôle éventuel de la structure anatomique, rôle probablement essentiel.

ESSAIS DE LA DIVISION DE CHIMIE DU CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL

Cette Division s'est efforcée d'apporter une contribution aux études déjà faites. On a choisi de tremper des éprouvettes :

dans une solution chlorhydrique à 50 % en volume d'acide commercial à 22° Bé (209 g d'HCl par litre) pendant huit jours à 20° C ;

dans une solution nitrique à 100 g de NO_3H par litre pendant 48 heures à 40° C ;

dans une solution sulfurique à 150 g de SO_4H_2 par litre pendant quatre jours à 70° C.

Ces conditions expérimentales correspondent à une attaque à laquelle ne résistera qu'un petit nombre d'essences. Mais des attaques plus douces ou plus poussées auraient rendu une discrimination plus difficile.

Six éprouvettes sèches à l'air, et dont les dimensions sont 100 × 20 × 10 mm dans les directions respectives longitudinale, tangentielle et radiale, sont trempées dans chaque solution. Les taux

d'humidité de six éprouvettes témoins sont mesurés au moment de l'immersion. On adopte pour les éprouvettes d'expérience la moyenne des taux d'humidité des éprouvettes témoins.

Chaque éprouvette est pesée avant attaque et ses dimensions sont mesurées au pied à coulisse. Il est recommandé de faire effectuer les mesures de dimensions par le même opérateur. Après trempage, les éprouvettes sont égouttées et pressées (même opérateur) entre deux papiers filtres pour éliminer l'excès de liquide. Après pesée immédiate de chaque éprouvette et mesure de ses dimensions, quatre sont lavées jusqu'à neutralité de l'eau de lavage. (terminer le lavage à l'eau distillée) et séchées à 105° C jusqu'à poids constant. Les deux autres ne sont lavées que pendant vingt heures (lavage partiel) ; le bois demeure encore imprégné de solution acide. Ces deux éprouvettes sont abandonnées au séchage à l'air. L'observation de leur compor-

tement au cours de ce séchage peut donner quelques indications sur la manière dont se comporterait une cuve dont le fonctionnement est interrompu et dont le lavage parfait (élimination totale de l'acidité minérale présente dans le bois) est pratiquement impossible.

On connaîtra donc :

1° le poids de solution acide absorbé. Ce poids peut être exprimé :

en % (a) du bois primitif anhydre ; l'humidité primitive est comprise dans ce chiffre ;

en % (b) du volume avant trempage ;

en % (c) du poids du bois sec à l'air avant trempage ;

2° le poids du bois anhydre dissous au cours de l'attaque, poids qui sera rapporté à 100 p de bois primitif compté anhydre. Ce chiffre sera désigné par perte de poids.

3° les variations des dimensions dues à la pénétration de la solution. Ces variations seront exprimées en % des dimensions primitives.

Bien que notre technique soit rudimentaire afin de pouvoir étudier rapidement un grand nombre d'échantillons, les mesures faites sur les quatre éprouvettes d'un même échantillon sont suffisamment reproductibles pour que des valeurs moyennes puissent être proposées. Par exemple quatre éprouvettes de Bété n° 10233 donnent les absorptions suivantes dans la solution sulfurique : 36,1-34,0-35,8 et 35,7 g % ml de bois. Par rapport à 100 p de bois anhydre ces absorptions sont 77,2-75,2-78,2-79,2, et par rapport à 100 p de bois, primitif 53,9-52,1-54,1 et 55,0.

Remarque : L'indétermination affectant le taux d'humidité représente la plus importante cause d'erreur quand les résultats sont rapportés au bois primitif compté anhydre.

Prenons par exemple le cas de l'Ogoué n° 10000. Les taux d'humidité (ces taux sont rapportés à 100 p de bois primitif sec à l'air) des six éprouvettes témoins variaient de 10,2 à 11,2 (moyenne 10,5). On a donc admis qu'une éprouvette d'expérience pesant 15,6 g représentait 13,96 g de bois anhydre. Mais si le taux d'humidité était de 11,2 ou de 10,2, l'éprouvette représenterait 13,85 ou 14,01 g de bois anhydre.

Après trempage dans la solution chlorhydrique, lavage total et séchage à 105° C l'éprouvette pèse 13,20 g. Les % du bois primitif anhydre dissous seront donc en fonction des taux d'humidité :

Pour H ₂ O %.....	10,2	10,5	11,2
Perte de poids	5,78	5,44	4,69

Il est impossible de définir l'unité du taux de perte de poids. Certes on peut espérer que les erreurs éventuelles ne seront pas toutes de même signe. Mais des pertes de poids ne différant pas de plus de une unité seront considérées comme équivalentes.

Les résultats observés sont consignés sous la rubrique « Tableau des observations ». Ils varient parfois considérablement selon les échantillons d'une même essence. Aussi sont-ils de très inégale valeur. Nous avons pu étudier dix échantillons de Bété, dix de Caïlcédrat, quinze de Niangon-Ogoué (aucune différence significative n'apparaissant entre ces deux variétés), dix de Niové et dix de Teck d'Afrique. Malgré les écarts observés entre les échantillons, les valeurs moyennes des pertes de poids permettent de comparer ces essences :

	Caïlcédrat	Bété	Niangon	Niové	Teck
Perte de poids (HCl) ..	1,8	11,8	4,4	3,2	5,5
— (NO ₃ H) ..	2,8	7,1	6,1	11,8	3,3
— (SO ₄ H ₂) ..	9,8	19,1	10,9	10,8	10,6

Vis-à-vis de l'acide chlorhydrique, le Caïlcédrat résiste remarquablement et le Bété fort mal. Le Caïlcédrat et le Teck sont nettement supérieurs vis-à-vis de l'acide nitrique. Le Bété est très inférieur aux quatre autres essences vis-à-vis de l'acide sulfurique.

Bien que nous n'ayons étudié que quatre échantillons d'Okoumé et trois de Limba, il est clair que ces bois résistent mal aux acides minéraux. On peut en dire autant de l'Iroko. Le Mavingui n'offre une résistance satisfaisante que vis-à-vis de l'acide sulfurique. Il présente l'avantage de ne subir dans cet acide que de très faibles variations de dimensions.

Les résultats obtenus avec un seul échantillon n'autorisent que de très prudentes constatations. Mais quand celles-ci sont défavorables (perte de poids importante, fortes variations des dimensions) il est probable que l'essence peut être rejetée sans qu'il soit nécessaire de procéder à de nouveaux essais. Des résultats encourageants en revanche fournis par un seul échantillon devraient être vérifiés avec de nouveaux échantillons.

On a cependant consigné toutes les observations isolées. Car bien qu'un seul échantillon de Doussié, d'Aquaciba... ait été étudié, on peut penser que des essais pratiques effectués avec ces bois auront plus de chances d'être couronnés de succès que ceux qui mettraient en œuvre l'Emien ou le Limba, par exemple.

Dans la solution chlorhydrique, les pertes de poids des essences étudiées sont comprises entre 1,7 et 11,8 (moyenne 4,9). Nous pensons qu'il serait prudent de ne retenir dans un premier tri que les essences dont la perte de poids est inférieure à 5, c'est-à-dire :

Angélique, Aquaciba, Awong, Azobé, Caïlcédrat, Dina, Doussié, Fantsinakoho, Mahot rouge, Niangon, Niové et Petit Natte,

la meilleure étant celle qui présente la perte de poids la plus faible.

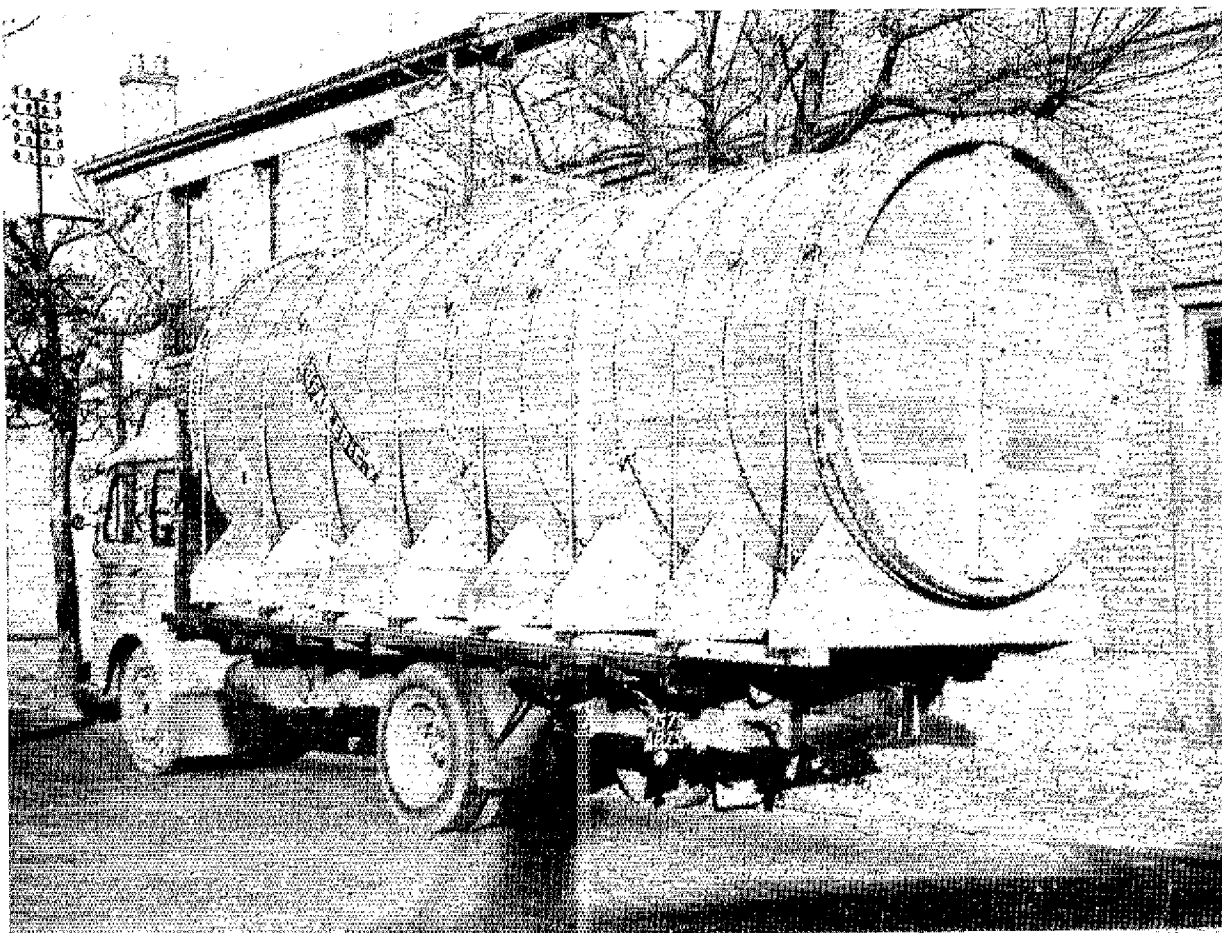


Photo Société Fakler.

Citerne pour transport de produits chimiques. Diamètre : 2,150 m. Longueur : 6 m. Doussié de 70 mm.

De même vis-à-vis de l'acide nitrique (valeurs extrêmes des pertes de poids 1,8 et 14,6, moyenne 6,0), on retiendra d'abord les essences dont la perte de poids est inférieure à 6,0, c'est-à-dire :

Angélique, Aquaciba, Azobé, Bois de Fer, Caïlcédrat, Dina, Doussié, Ewome, Fantsinakoho, Kandika, Mahot rouge, Nato, Petit Natte et Teck.

Enfin vis-à-vis de l'acide sulfurique (valeurs extrêmes des pertes de poids 7,1 et 20,8, moyenne 12,5), on retiendra les essences dont la perte de poids est inférieure à 10, c'est-à-dire :

Azobé, Caïlcédrat, Dina, Doussié Ewome, Fantsinakoho, Kandika, Mahot rouge et Movingui.

Mais certains modes d'utilisation des bois exigent que les variations des dimensions soient prises en considération. Ces variations sont sans rapport avec les pertes de poids de sorte qu'une essence peu attaquée par les acides se révélera cependant inutilisable. Malgré une perte de poids plus élevée, il sera parfois préférable d'utiliser une essence offrant des variations des dimensions plus faibles.

Les 26 essences étudiées ont, dans la solution chlorhydrique, présenté des variations des dimensions tangentielle et radiale comprises respectivement entre 1,3 et 8,0 (moyenne 4,0) et 0,8 et 3,5 (moyenne 2,1). Si on élimine les essences dont les variations des dimensions sont supérieures aux valeurs moyennes, il demeure :

Aquaciba, Bété, Caïlcédrat, Doussié, Ewome, Fantsinakoho, Limba, Niové, Petit Natte et Teck.

Dans la solution nitrique, les vingt six essences étudiées ont des variations des dimensions tangentielle et radiale comprises respectivement entre 0,0 et 6,1 (moyenne 3,7), et entre 0,0 et 4,0 (moyenne 2,1). En se basant sur le même critère que ci-dessus, on retiendra :

Aquaciba, Bété, Caïlcédrat, Dina, Doussié, Fantsinakoho, Iroko, Kandika, Limba, Mahot rouge, Nato, Niové, Okoumé et Teck.

Enfin, dans la solution sulfurique, ces mêmes variations sont comprises entre 0,2 et 5,2 (moyenne 2,7), et entre 0,3 et 2,7 (moyenne 1,4). On retiendra de là même manière :

Aquaciba, Bété, Doussié, Ewome, Fantsinakoho, Iroko, Kandika, Movingui et Teck.

Ont satisfait simultanément aux deux tests (perte de poids et variations des dimensions) les essences suivantes :

1° Vis-à-vis de l'acide chlorhydrique : Aquaciba, Caïlcédrat, Doussié, Fantsinakoho, Nioyé et Pétit Natte ;

2° Vis-à-vis de l'acide nitrique : Aquaciba, Caïlcédrat, Dina, Doussié, Fantsinakoho, Kandika, Mahot rouge, Nato et Teck ;

3° Vis-à-vis de l'acide sulfurique : Doussié, Ewome, Fantsinakoho, Kandika et Movingui.

On est conduit à faire de nouvelles remarques si on tient compte du comportement des éprouvettes abandonnées à l'air après un lavage partiel succédant au trempage.

Si ce trempage fut chlorhydrique, seules les éprouvettes des essences suivantes ne présentent pas de fissures, ou ne présentent que des fissures insignifiantes :

Doussié, Caïlcédrat, Bahia, Emien, Iroko, Limba Okoumé et Teck.

Se comportent de même manière après trempage dans la solution nitrique, les éprouvettes de :

Angélique, Bahia, Caïlcédrat, Doussié, Emien, Iroko, Limba, Movingui, Niangon, Nioyé et Teck.

Enfin vis-à-vis de l'acide sulfurique, on retiendra :

Angélique, Caïlcédrat, Doussié, Iroko, Limba Teck et Niangon.

COMPOSITION CHIMIQUE ET RÉSISTANCE AUX ACIDES

Les échantillons étudiés avaient tous été analysés selon les normes de la Division de Chimie du C. T. F. T. (Cf. Analyse chimique des bois tropicaux, publications nos 5 et 16 du C. T. F. T.). On a, après trempage et lavage jusqu'à neutralité, analysé à nouveau les échantillons suivants : Caïlcédrat n° 6654, Doussié n° 7022, Emien n° 5852 et Ogoué n° 11733.

La perte de poids dans la solution nitrique est de nature différente selon l'essence. Le Doussié a perdu principalement des substances extractibles dans les solvants organiques, le Caïlcédrat et l'Ogoué un peu de lignine et de cellulose. L'Emien dont la perte de poids est importante a perdu surtout de la lignine. Comme il fallait s'y attendre, c'est la lignine qui résiste le moins bien à l'acide nitrique. Mais il n'existe aucune corrélation entre la perte de poids et les taux de lignine et d'extraits.

Les pentosanes représentent au contraire le constituant fragile vis-à-vis des acides chlorhydrique et sulfurique. Aussi certains auteurs considèrent-ils que les essences pauvres en pentosanes doivent être systématiquement préférées. D'autres ont imaginé de classer les bois selon un indice (I. R.)

Conclusion : Donnent satisfaction vis-à-vis de tous les points de vue envisagés au cours de ce travail :

1° Avec la solution chlorhydrique : Caïlcédrat, Doussié ;

2° Avec la solution nitrique : Caïlcédrat, Doussié et Teck ;

3° Avec la solution sulfurique : Doussié.

Parmi les bois tropicaux étudiés, la supériorité du Doussié est manifeste. Il peut être recommandé vis-à-vis des trois acides et dans toutes les conditions d'utilisation compatibles avec la chimie générale des substances cellulosiques.

Mais n'oublions pas que le Pitchpin (espèce résineuse subtropicale) demeure encore le meilleur bois rencontré. Malgré des taux d'absorption élevés les pertes de poids et les variations des dimensions sont très faibles. La résine joue un rôle bénéfique. Il semble qu'elle se polymérise sous l'influence des acides. Le bois varie peu de couleur après trempage. Il devient lisse et compact. Il ne présente naturellement aucun phénomène de fissuration.

N. D. L. R. — Nous devons signaler à cette occasion que l'une des espèces fournissant le Pitchpin du commerce, *Pinus elliottii*, a été introduite avec succès dans de nombreux pays tropicaux ainsi qu'une espèce très voisine d'Amérique Centrale, *Pinus caribaea*.

représenté par la somme des taux de lignine et de cellulose vraie diminuée de celui des pentosanes. Aussi avons-nous noté ci-après les valeurs de I. R. des échantillons étudiés afin de vérifier le caractère général éventuel de cette proposition (Cf. Tableau des I. R.).

Si on construit les graphiques pertes de poids (chlorhydrique ou sulfurique), taux des pentosanes ou valeurs de I. R., aucune corrélation n'apparaît entre ces données. Certes, il est exact qu'une valeur élevée de I. R. correspond parfois à une faible perte de poids. Mais la remarque contraire peut être formulée aussi fréquemment. L'indice I. R. n'a donc aucune valeur générale et les pertes de poids observées sont sans rapport avec les taux de cellulose, de lignine et de pentosanes.

La richesse d'une essence en pentosanes ne signifie pas que ceux-ci seront nécessairement attaqués. Le phénomène d'absorption précède probablement l'attaque chimique proprement dite. Ce phénomène dépend de la structure anatomique et dans une certaine mesure de la densité.

Il est fréquent qu'une forte ou faible absorption soit accompagnée d'une forte ou faible perte de poids. Cette remarque a déjà été faite par CHANEY,

TABLEAU DES OBSERVATIONS

Bois	Echantillon n°	Humidité des éprouvettes			SOLUTION CHLORHYDRIQUE						SOLUTION NITRIQUE						SOLUTION SULFURIQUE									
		Min.	Max.	Moy.	Absorption		Perte de poids	Variations dimensions		Absorption		Perte de poids	Variations dimensions		Absorption		Perte de poids	Variations dimensions								
					a	b		c	long.	tang.	rad.		a	b	c	long.		tang.	rad.	a	b	c	long.	tang.	rad.	
					long.		tang.		rad.		long.		tang.		rad.		long.		tang.		rad.					
Angélique	6.773	9,66	10,33	9,98	39,0	20,0	25,1	1,8	0,02	5,53	3,53	32,0	14,4	13,0	5,1	0,15	6,06	2,50	48,1	25,7	33,2	11,2	0,25	3,26	1,27	
Aquaciba	6.769	9,68	10,87	10,22	19,2	9,5	7,2	3,1	0,32	2,75	1,00	20,1	10,9	8,1	4,8	0,07	2,55	1,88	16,9	6,9	5,2	10,5	0,05	1,50	1,25	
Aquaciba	6.770	9,93	11,59	10,51	19,9	9,9	7,32	4,2	0,05	5,27	2,67	20,0	9,9	7,4	3,0	-0,05	3,75	3,15	17,7	7,1	5,3	11,3	0,02	4,50	1,52	
Avodiné	6.709	8,08	9,00	8,35	78,8	30,8	63,6	5,0	0,35	4,59	2,90	40,6	13,9	29,0	8,4	0,30	5,65	3,50	67,8	25,7	33,2	16,5	0,30	2,30	2,25	
Awong	5.419	8,52	9,55	9,16	31,7	17,4	19,58	4,2	0,42	6,50	2,26	22,5	10,6	12,06	6,3	0,20	5,76	2,76	38,5	22,7	25,8	17,9	0,25	3,25	1,38	
Azobé	ss no	8,37	9,13	8,82	23,2	13,3	12,3	1,7	0,20	6,00	2,88	24,6	14,7	13,6	4,5	0,07	6,52	2,01	91,3	38,8	74,0	20,8	0,07	4,25	0,75	
Bahia	5.853	8,22	9,17	8,80	62,4	24,4	48,1	7,6	0,37	6,50	1,88	67,6	27,2	55,2	11,6	0,07	6,52	2,01	91,3	38,8	74,0	20,8	0,07	4,25	0,75	
Bété (moyenne de 10 échantillons)	.....	.....	.....	.....	67,8	28,5	44,1	11,8	-0,05	2,06	0,99	30,6	7,7	12,1	7,1	-0,04	1,26	0,63	81,1	35,5	55,6	19,1	-0,01	0,55	0,45
Bois de Fer	1.0816	11,06	12,12	11,64	36,1	22,4	20,2	7,1	-0,12	8,00	1,27	32,7	17,0	17,3	4,1	0,17	5,75	4,34	36,8	21,7	20,4	15,9	-0,17	4,33	-0,38	
Calécléat (moyenne de 40 échantillons)	.....	.....	.....	.....	45,6	22,9	30,5	1,8	1,82	3,27	2,02	29,0	12,3	15,9	2,8	0,13	3,80	2,27	51,5	28,2	36,5	9,8	0,14	3,11	1,87
Dina	ss no	9,31	9,91	9,64	21,7	10,7	9,9	2,2	0,32	3,32	3,02	20,9	9,9	9,3	4,4	0,45	2,26	1,76	23,9	12,5	12,5	7,4	0,12	2,04	1,96	
Doussié	7.022	7,91	8,28	8,10	19,4	8,5	9,7	1,9	0,40	2,14	2,50	25,5	13,5	15,3	3,6	0,27	1,62	1,23	27,5	14,9	17,1	6,3	0,12	0,99	0,17	
Empien	5.852	8,21	9,59	8,74	247,0	73,5	216,5	9,5	3,23	4,00	3,50	188,9	55,7	159,1	12,0	0,05	5,05	2,52	297,6	72,6	208,1	20,0	-0,07	2,75	2,62	
Evome	7.399	11,11	11,92	11,50	28,3	13,3	13,6	1,8	0,23	3,00	1,95	24,7	10,6	10,3	2,3	0,23	3,00	1,95	31,8	17,4	16,6	7,9	-0,32	2,00	0,96	
Fantsimako	6.704	9,15	9,92	9,59	17,2	7,3	5,8	4,8	-0,02	1,50	0,50	18,3	8,8	6,9	1,3	0,32	0,90	0,00	17,4	7,8	6,1	7,1	-0,39	2,75	0,37	
Iroko (Moyenne des trois échantillons)	.....	.....	.....	.....	52,2	23,6	35,2	6,7	0,40	3,57	2,66	34,8	15,0	22,2	7,2	0,20	3,21	2,29	48,8	22,3	34,4	13,5	2,53	2,66	0,96
Kandika	5.331	9,93	10,52	10,13	26,6	14,9	13,8	3,1	0,08	4,50	1,75	22,7	8,6	8,0	2,3	0,27	2,25	1,13	22,0	9,2	8,5	7,6	-0,32	1,39	0,88	
Limba (moyenne de trois échantillons)	.....	.....	.....	.....	104,8	41,3	90,3	9,0	0,18	2,96	2,10	63,2	23,9	44,0	14,6	0,29	2,85	2,00	137,2	56,5	109,1	18,8	0,24	1,87	1,64
Mahot rouge	6.778	11,51	12,15	11,73	29,9	15,9	14,7	2,5	-0,17	3,25	1,65	23,1	9,5	8,7	1,9	-0,07	2,55	0,75	31,7	17,7	16,3	7,7	-0,10	2,12	1,75	
Movingui (moyenne de trois échantillons)	.....	.....	.....	.....	47,9	24,5	32,5	5,2	0,43	7,21	2,74	27,8	10,8	14,5	7,3	0,19	4,08	2,21	55,8	28,4	39,6	9,6	-0,06	-0,21	0,75
Nato	5.564	9,82	10,50	10,26	37,3	22,6	22,8	6,5	-0,15	4,00	2,71	25,5	12,5	12,5	3,8	-0,02	2,30	1,25	40,9	25,9	26,3	14,9	0,15	5,00	2,70	
Niangon-Ogoué (moyenne de quinze échantillons)	.....	.....	.....	.....	43,1	20,8	30,7	4,4	0,18	4,22	1,52	28,6	12,1	16,9	6,1	0,18	3,12	3,17	57,3	29,3	43,9	10,9	0,19	4,00	2,35
Nioré (moyenne de dix échantillons)	.....	.....	.....	.....	41,8	23,1	33,4	4,6	0,04	2,87	1,81	23,0	9,0	11,3	13,2	-0,02	2,52	1,78	49,8	29,1	35,6	12,9	0,07	2,57	1,83
Okoumé (moyenne de quatre échantillons)	.....	.....	.....	.....	81,4	29,5	60,7	6,1	0,48	4,26	2,12	36,6	9,6	20,6	14,5	0,31	3,58	1,71	78,6	27,4	57,6	13,0	0,43	3,28	1,40
Petit Narte	7.447	10,96	11,65	11,31	40,9	24,2	24,9	4,4	-0,17	2,00	1,00	27,6	13,0	13,2	2,7	0,15	5,00	2,50	41,8	25,3	25,7	13,3	0,07	5,21	2,50	
Teek (moyenne gén. de 10 échantillons)	.....	.....	.....	.....	50,6	20,6	32,9	5,5	0,06	1,28	0,75	23,0	5,5	8,4	3,3	0,15	1,89	1,00	51,7	22,1	34,4	10,6	0,11	0,95	0,51
Bois de comparaison :
Pitchpin	.....	11,74	15,33	13,24	60,8	25,5	39,5	1,3	0,05	2,17	0,45	27,3	8,8	10,9	0,4	0,14	1,92	0,80	53,6	24,8	35,7	5,2	0,33	1,95	0,52

TABLEAU DES I. R.

Echantillon n°	Pentosanes	I. R.	Echantillon n°	Pentosanes	I. R.
Angélique 6.773	14,1	64,5	Limba 9.953	15,6	59,4
Aquaciba 6.769	15,8	61,1	— 9.954	16,0	64,3
— 6.770	15,9	58,3	Mahot rouge 6.778	13,9	65,9
Avodiré 6.709	13,3	61,7	Movingui 4.197	12,7	51,5
Awong 5.419	11,7	61,9	Nato 5.564	14,3	51,8
Azobé Lab. I	13,0	65,7	Niangon 7.023	13,2	59,0
Bahia 5.853	15,2	58,6	— 10.747	14,2	59,9
Bété 10.230	17,6	48,0	— 10.748	16,2	57,8
— 10.231	18,0	47,3	— 10.751	14,0	63,4
— 10.232	17,7	49,1	— 10.752	15,3	61,3
— 10.233	15,8	50,4	— 10.753	15,7	59,2
— 10.235	18,1	46,6	— 10.754	14,9	58,7
— 10.237	16,9	50,1	Ogoué 11.284	12,5	60,7
— 10.238	16,2	51,4	— 11.285	13,4	60,9
— 10.239	18,4	47,5	— 11.286	11,6	61,1
Bois de Fer 10.616	14,6	52,5	— 11.287	12,9	67,2
Caillédrat 6.654	15,8	54,1	— 11.733	11,4	54,6
— 6.695	16,8	43,2	— 11.288	12,5	60,7
— 6.759	15,7	51,5	— 9.999	12,1	62,9
— 6.761	18,5	49,8	— 10.000	12,7	63,0
— 6.762	18,1	48,1	Niové 11 A	16,2	44,3
— 6.904	15,9	53,7	— 13 A	17,0	43,8
— 6.905	16,5	52,5	— 14 A	16,0	44,8
— 6.953	17,2	50,9	Okoumé 6.920	14,9	61,1
— 6.955	18,1	47,4	— 10.026	15,0	64,3
— 7.021	14,5	49,5	— 10.371	15,7	60,4
Dina sans n°	10,6	68,1	— 10.374	15,9	59,6
Doussié 7.022	14,4	43,5	Petit Natte 7.447	14,9	53,9
— sans n°	14,7	43,0	Teck 10.091	12,3	56,7
Emien 5.852	11,4	67,5	— 10.092	13,7	52,6
Ewome 7.299	13,3	62,3	— 10.093	13,4	54,3
Fantsinakohe 6.704	14,9	60,3	— 10.094	12,3	53,5
Iroké 6.964	14,0	54,6	— 10.095	13,5	54,7
— 10.242	15,4	48,6	— 10.096	15,6	54,0
— 11.434	16,7	42,5	— 10.097	14,5	60,7
Kandikā 5.331	14,4	49,0	— 10.098	13,6	53,6
Limba 9.952	16,9	56,8	— 10.099	15,0	57,7
			— 7.511	12,9	60,0

VILLIÈRE et divers auteurs. Mais là encore aucune règle générale n'apparaît. Nous avons pris la peine de rechercher une corrélation entre le degré d'attaque d'une part, et les taux des substances extrac-

tibles, de lignine... etc... d'autre part. En vain. Aucune relation n'a pu être mise en évidence entre la composition chimique d'une essence et sa résistance aux acides minéraux étudiés.

ATTAQUE PAR LES ACIDES ET EXTRAITS A LA SOUDE

Les analyses effectuées montrent que le taux d'extrait total S (extrait à l'eau bouillante compris) à la soude 1 % bouillante est souvent plus élevé pour le bois après trempage que pour le bois primitif.

Si on rapporte le taux de cet extrait après trempage à 100 p de bois primitif avant trempage (en tenant compte de la perte de poids subie en solu-

tion acide), on constate très souvent que la solution acide « fabrique » de l'extrait à la soude, c'est-à-dire « présolubilise » vis-à-vis de cette dernière certains constituants du bois.

On a noté quelques valeurs de S sur bois anhydre avant trempage et sur bois anhydre après trempage. Les chiffres entre () sont rapportés à 100 p de bois primitif anhydre avant trempage.

S	Caillédrat 6654	Doussié 7022	Emien 5852	Ogoué 11733
% bois avant trempage	18,8	24,4	19,6	24,6
% bois après trempage HCl	39,0 (37,8)	29,3 (28,7)	23,7 (21,4)	31,9 (30,4)
% bois après trempage NO ₂ H ₃	31,4 (30,6)	35,7 (34,4)	44,5 (39,2)	32,5 (30,7)
% bois après trempage SO ₄ H ₂	33,7 (29,9)	36,7 (34,4)	23,7 (19,4)	30,3 (26,6)

Une nouvelle analyse d'un bois trempé dans l'acide, lavé jusqu'à neutralité, extrait à l'alcool-benzène et enfin à la soude permet de déterminer la nature des constituants « présolubilisés » sous l'effet de l'acide. Nous donnons ci-dessous à titre d'exemples les résultats obtenus avec le Doussié n° 7022 et l'Ogoué n° 11733.

On a noté :

le % d'un constituant figurant dans le bois après trempage dans la solution acide. Ce chiffre est rapporté à 100 p de bois trempé et compté anhydre (A)

le % de ce constituant soluble dans la soude sous l'effet de l'acide (B)

		Doussié n° 7022 trempé dans			Ogoué n° 11733 trempé dans		
		HCl	NO ₃ H	SO ₄ H ₂	HCl	NO ₃ H	SO ₄ H ₂
Cellulose vraie	A	29,5	34,1	32,1	32,8	33,0	34,0
	B	14,6	12,0	18,1	13,1	9,1	16,0
Pentosanes	A	12,6	14,9	9,1	11,4	11,3	7,0
	B	46,0	49,0	27,4	50,0	38,9	64,3
Lignine	A	25,4	30,0	33,1	36,7	34,2	40,4
	B	62,6	65,7	75,5	49,0	52,3	46,3

Or un bois sain, avant trempage dans une solution acide, perd approximativement dans la soude à 1 % bouillante :

12 à 20 % de sa cellulose vraie,

25 à 35 % de ses pentosanes,

10 à 15 % de sa lignine.

On voit donc combien l'action de l'acide sensibilise ces constituants vis-à-vis de la soude. Le Doussié résiste très bien aux acides minéraux. Mais après action de ces acides, 60 à 75 % de la lignine du bois trempé seront solubles dans la soude. Ces proportions sont plus faibles pour l'Ogoué (45 à 55 %) ; mais ce dernier subit en revanche une perte de poids beaucoup plus élevée au cours du trempage proprement dit dans les acides.

Les pentosanes résistent moins bien à la soude après trempage dans les acides ; mais la différence entre leurs comportements est peu sensible.

La tenue de la cellulose vraie vis-à-vis de la soude est en revanche pratiquement identique avant et après trempage. Celle-ci représente bien le constituant le plus résistant du bois, mais il serait imprudent d'y adjoindre systématiquement la lignine.

Conclusion : Nous croyons pouvoir déconseiller formellement de laver une cuve ayant contenu une solution acide par un excès de solution alcaline. Dans l'impossibilité de neutraliser rigoureuse-

ment l'acide imprégnant le bois, il est préférable de se contenter d'un lavage à l'eau, même si celui-ci laisse subsister une certaine acidité.

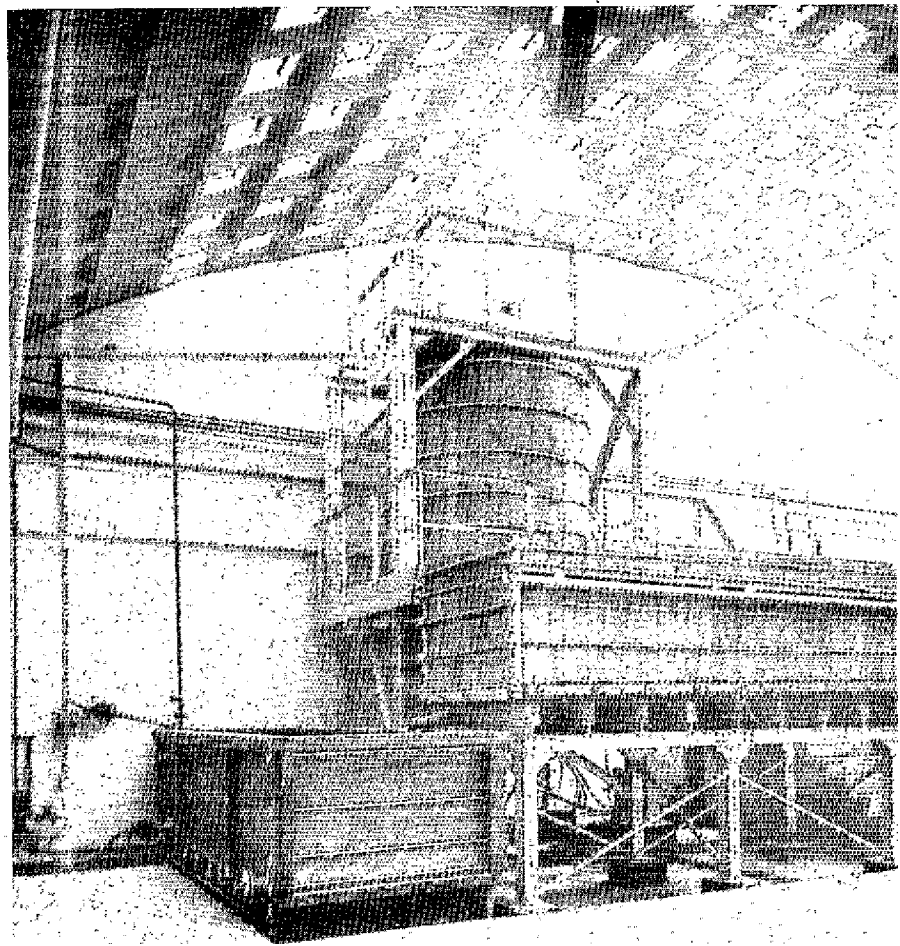
NOMS SCIENTIFIQUES DES BOIS CITÉS

Angélique : *Dicorynia paraensis* (Lég. césalpinée).

Aquaciba : *Poulerta* sp. (Sapotacée).

Avodiré : *Turraeanthus africana* (Méliacée).

Awong : *Milletia laurentii* (Papilionacée).



Installation de régénération de bains de décapage. Cuve de gauche en Doussié, cuve centrale et cuve de droite en pitchpin.

- Azobé : *Lophira alata* (Ochnacée).
 Bahia : *Mitragyna ciliata* (Rubiacée).
 Bang-Lang : *Lagerstroemia angustifolia* (Lythracée).
 Bété : *Mansonia altissima* (Sterculiacée).
 Bilinga : *Sarcocephalus diderrichii* (Rubiacée).
 Balau : *Shorea* sp. (Diptérocarpacée).
 Bois de Fer : *Casuarina cunninghamiana* (Casuarinacée).
 Cailcédrat : *Khaya senegalensis* (Méliacée).
 Charme : *Carlinus betulus* (Bétulacée).
 Clear Pine : *Pinus lambertiana*, *Pinus monticola*, *Pinus strobus* (Pinacée).
 Dina : *Dialium fleuryi* (Lég. césalpiniée).
 Doussié : *Azelia bipindensis* (Lég. césalpiniée).
 Eborn-Zok : *Mammea africana* (Guttifère).
 Emien : *Alstonia congensis* (Apocynacée).
 Essoula : *Placodiscus pseudostipularis* (Sapindacée).
 Evino : *Vitex pachyphylla* (Verbénacée).
 Ewome : *Coula edulis* (Olacacée).
 Fantsinakoho : *Humbertia madagascariensis* (Humbertiaceae).
 Galac : *Coumarouna odorata* (Papilionacée).
 Hêtre : *Fagus sylvatica* (Fagacée).
 Iroko : *Chlorophora excelsa* (Moracée).
 Kandika : *Pentadesma parviflorum* (Guttifère).
 Limba : *Terminalia superba* (Combrétacée).
 Mahot rouge : *Lecythis* sp. (Lécythidacée).
 Mavingui : *Distemonanthus benthamianus* (Lég. césalpiniée).
 Merabau : *Intsia bijuga* (Lég. césalpiniée).
 Lagan : *Dipterocarpus* sp. (Diptérocarpacée).
 Nato : *Fauchera* sp. (Sapotacée).
 Niangon, Ogoué : *Tarrietia utilis*, *Tarrietia densiflora* (Sterculiacée).
 Niové : *Staudtia gabonensis* (Myristicacée).
 Okolangouma : *Lecomtedoxa klaineana* (Sapotacée).
 Okoumé : *Aucoumea klaineana* (Burséracée).
 Ossoko : *Scyphocephalum ochocoa* (Myristicacée).
 Ovangkol : *Guibourtia tessmannii* (Lég. césalpiniée).
 Ouala : *Pentaclethra macrophylla* (Mimosée).
 Ozouga : *Saccoglottis gabonensis* (Humiriacée).
 Petit Natte : *Mimusops calophylloides* (Sapotacée).
 Pitchpin : *Pinus elliottii* et *Pinus palustris* (Pinacée).
 Pupungu : *Maprounea membranacea* (Euphorbiacée).
 South african pine : *Pinus patula* (Pinacée).
 Teck : *Tectona grandis* (Verbénacée).

N. D. L. R. — Les conclusions de cette étude sont confirmées par les essais tant théoriques que pratiques réalisés par la Sté O. FAKLER et Cie de Montreuil-sous-Bois et les Etablissements MEYER à St-Denis, à l'occasion de la mise en service dans des Usines de Produits Chimiques et des Usines Sidérurgiques (décapage des métaux aux acides, sulfurique, chlorhydrique, nitrique) de cuves construites avec diverses essences de bois tropicaux et exotiques.

Si le PITCHPIN d'Amérique se montre en général le meilleur par sa résistance à l'attaque des acides ci-dessus indiqués, le DOUSSIE peut rivaliser dans bien des cas et même se montrer supérieur si, à la destruction chimique du bois s'ajoute une destruction physique par frottement. Le Doussié est en effet sensiblement plus dur et plus homogène que le Pitchpin. Il présente également très peu de retrait sous l'action du serrage des cercles ou tirants des cuves.