

# ACTION DES BOIS SUR LE ZINC

par J. SAVARD, D. ASKRI et Y. DUCASSE

Division de Chimie du Centre Technique  
Forestier Tropical.

## RESUMEN

### ACCION DE LAS MADERAS SOBRE EL ZINC

Ha quedado demostrado que el zinc no ejerce ninguna destrucción de las maderas estudiadas. El ataque del zinc por estas maderas no es nunca superior, siendo lo más frecuentemente inferior a aquel de un tipo diferente, que sería ejercido sobre el metal por el agua pura.

La galvanización de un tirafondo — por ejemplo — protege a la madera contra la acción del hierro, mientras que la madera protege al zinc contra la acción del agua.

## SUMMARY

### THE ACTION OF WOOD ON ZINC

It is shown that zinc has no destructive effect on the woods dealt with in this article. The degree to which these woods attack zinc is never greater, and is usually less, than a different type of attack on the metal by pure water.

The galvanization of a sleeper screw, for example, protects the wood against the action of the iron, while the wood protects the zinc against the action of water.

On a appliqué à des plaques circulaires de zinc (diamètre 31 mm, épaisseur 1 mm environ, pureté 98 %) notre technique habituelle de contact du métal (1) avec la poudre de bois calibrée entre 0,147 et 0,175 mm (2 à 2,2 g d'humidité connue) en milieu aqueux (eau bidistillée de pH 6,8-7,0). Le zinc est préalablement dégraissé, trempé dans une solution étendue d'acide et longuement lavé à l'eau distillée. La durée du contact à 45° fut de dix jours. La réaction à l'ébullition fut ensuite effectuée comme pour les métaux déjà étudiés (2) : fer, aluminium et cuivre. Les bois mis en œuvre sont inscrits ci-dessous.

Notre dessein est d'étudier l'état du bois après action du métal, et de déterminer les quantités de zinc attaquées par le bois. Ce dernier point

supposerait qu'un essai témoin soit effectué avec de l'eau seule agissant sur le métal, comme nous l'avons fait dans le cas du fer, de l'aluminium et du cuivre. Mais nous nous sommes heurtés à une difficulté. En effet, l'action de l'eau seule (oxydation du zinc) et celle du bois sont de types différents. Il est donc difficile de faire correspondre un essai témoin significatif (eau et zinc) à un essai proprement dit (eau, zinc et bois). Il faudra considérer l'effet global du bois et de l'eau. Une autre difficulté sera due au fait que l'attaque du zinc par l'eau et le bois se traduit simultanément par une dissolution du zinc et par une attaque du métal sans passage de ce dernier en solution. Le dosage des ions Zn<sup>++</sup> en solution comporte donc une erreur par défaut, et ne traduit pas l'effet total.

### Bois étudiés

N° C. T. F. T.	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Origine
15.795	Ayous (Samba)	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Côte-d'Ivoire
10.328	Azobé (Akhoga)	<i>Lophira alata</i>	Gabon
14.238	Doussié	<i>Azelia bipindensis</i>	Cameroun
11.388	Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>	Gabon
11.777	Makoré	<i>Thieghemella heckelii</i>	Côte-d'Ivoire
10.750	Niangon	<i>Tarrietia utilis</i>	Côte-d'Ivoire
15.292	Okoumé	<i>Aucoumea klaineana</i>	Gabon
10.530	Padouk (M'Bel)	<i>Pterocarpus soyauxii</i>	Gabon
11.299	Sipo (Asseng)	<i>Entandrophragma utile</i>	Cameroun
10.301	Tali	<i>Erythrophloeum micranthum</i>	Rép. Centrafr.
15.805	Teck	<i>Tectona grandis</i>	Indochine
10.092	Teck	<i>Tectona grandis</i>	Côte-d'Ivoire
11.520	Epicéa	<i>Picea excelsa</i>	France
Lab. 1	Hêtre	<i>Fagus sylvatica</i>	France

## ÉTAT DES BOIS APRÈS ESSAIS

Les essais eau-bois-zinc sont reproductibles. Les pertes de poids subies par les échantillons de bois-témoin (action de l'eau seule sur le bois) et par les échantillons d'essais ne diffèrent pas de manière significative, ni après contact à 45°, ni après ébullition. Les extraits à la soude et les analyses des échantillons avant et après contact avec le zinc ne permettent pas de mettre en évidence des variations quantitatives des taux des constituants des bois (lignine, pentosanes et cellulose). Ces analyses furent faites sur tous les bois étudiés. Il est

inutile d'en donner ici les résultats, car notre conclusion est formelle : les bois étudiés résistent à l'action du zinc, aussi bien à 45° qu'à l'ébullition. Certes, des cations zinc sont fixés par les bois, mais ils sont éliminés sans dommage par la solution oxalique. Une fixation est observée même avec les bois totalement privés de leurs extraits. La teneur en groupements carboxyles des bois est plus que suffisante pour expliquer cette fixation (échanges d'ions  $Zn^{++}$  et  $H^+$ ).

### COMPORTEMENT DU ZINC

I. Le zinc est dosé (méthode colorimétrique au zincon) dans la solution filtrée, dans l'eau d'extraction du bois et dans la solution oxalique qui purge le bois des cations fixés. Il fut vérifié que les quantités de zinc trouvées dans les solvants organiques d'extraction des bois après attaque sont pratiquement nulles, et que les échantillons sont exempts de zinc après traitement oxalique (recherche du zinc dans les cendres).

On détermine aussi la valeur de l'extrait net retrouvé dans la solution aqueuse. Par extrait net nous entendons le poids d'extrait diminué du zinc (compté conventionnellement Zn) qu'il renferme. Cet extrait net peut ainsi être comparé à celui d'un essai témoin (bois et eau) afin de mettre en évidence une éventuelle et importante précipitation des extraits sous l'influence des cations.

Les résultats obtenus à 45° sont inscrits tableau 1. Ils sont tous rapportés à un gramme de bois. Les quantités dosées de zinc sont exprimées en gammas. La perte de poids PP de la plaque et les extraits sont exprimés en milligrammes. Aucune

précipitation importante d'un complexe extrait-zinc n'est mise en évidence.

Nous n'avons pas remarqué une formation d'oxyde hydraté de zinc, ni à la surface des plaques, ni en suspension, comme ce serait le cas avec de l'eau pure. Le comportement de cette dernière est modifié par la présence du bois. Néanmoins, nous ne voulons pas nier la possibilité qu'un peu d'oxyde soit mélangé au bois. Mais le zinc correspondant sera dosé dans la solution oxalique.

Il serait imprudent de considérer isolément les valeurs inscrites dans les trois premières colonnes de ce tableau. Nous sommes en présence de deux types possibles d'action : une oxydation causée par l'eau et une dissolution du métal (ou de l'oxyde) sous l'influence du pH légèrement acide que développe la dissolution des extraits. Une comparaison entre les divers bois devra donc être faite grâce aux valeurs inscrites dans la quatrième colonne qui consigne les quantités de zinc attaqué qui ont pu être dosées.

Il est certain que, dans ces conditions, l'activité

TABLEAU 1

*Essais à 45°*

Bois	Zn dans filtrat	Zn dans eau	Zn dans sol. oxalique	Total Zn dosé	PP	Extrait net	Extrait témoin
Ayous .....	33	357	866	1.256	1,24	40,4	43,4
Azobé .....	96	460	2.243	2.799	2,97	6,1	6,7
Doussié .....	457	800	1.893	3.150	3,20	62,3	61,2
Iroko .....	40	2.562	1.392	3.994	1,03	39,6	43,3
Makoré .....	159	731	4.625	5.515	2,50	61,3	60,5
Niangon .....	137	247	1.685	2.069	2,24	15,0	14,3
Okoumé .....	472	321	2.184	2.977	2,26	11,3	9,9
Padouk .....	191	226	2.042	2.439	1,81	21,8	20,8
Sipo .....	273	619	3.819	4.711	2,88	19,2	22,4
Tali .....	531	405	3.125	4.061	3,45	23,9	25,3
Teck Asie .....	123	344	2.908	3.375	1,77	35,5	35,7
Teck Côte-d'Ivoire	28	214	797	1.039	0,92	34,2	34,9
Epicéa .....	34	174	1.200	1.408	0,79	11,0	12,5
Hêtre .....	130	695	207	1.032	1,44	15,1	15,0

du Makoré est la plus forte. Viennent ensuite le Sipo, le Tali et l'Iroko. L'Azobé, le Doussié, le Niangon, l'Okoumé, le Padouk et le Teck d'Asie occupent une position moyenne. Les activités de l'Ayous, du Teck de Côte-d'Ivoire, de l'Epicéa et du Hêtre sont très faibles.

Mais le problème n'est pas si simple car il faut aussi considérer les pertes de poids de la plaque de zinc. On voit alors que les bois se divisent en deux groupes :

1° Ceux pour lesquels la perte de poids de la plaque et la quantité dosée de zinc sont très voisines, la différence ne dépassant pas 0,5 mg : Ayous, Azobé, Doussié, Niangon, Teck de Côte-d'Ivoire et Hêtre. Dans ce cas, nous pensons que l'activité (ou corrosivité) représentée par les valeurs de la quatrième colonne de notre tableau peut être prise dans un sens absolu.

2° Ceux pour lesquels la perte de poids de la plaque est nettement inférieure à la quantité totale de zinc dosé (différence supérieure à 0,5 mg). Cela prouve que la plaque, après avoir été légèrement attaquée et solubilisée, a repris du poids grâce à une action d'un autre type. Cette action est maximum avec l'Iroko et le Makoré (reprise de 3 mg), moyenne avec le Sipo et le Teck d'Asie (reprise de 1,6 à 1,8 mg) et minimum avec l'Okoumé, le Padouk, le Tali et l'Epicéa (reprise de 0,6 à 0,7 mg). Pour les bois de ce deuxième groupe, une attaque supplémentaire du métal de la plaque, sans dissolution de ce dernier, est vraisemblable. Mais comment l'apprécier ? Les plaques ne sont que légèrement ternies dans le cas de l'Ayous, de l'Iroko et du Teck d'Asie. Elles sont plus fortement ternies avec l'Azobé, le Doussié, le Niangon, l'Okoumé, le Padouk et le Teck de Côte-d'Ivoire. Le Sipo les colore en brun. Elles noircissent fortement avec le Tali et le Makoré. L'Epicéa les ternit très légèrement et le Hêtre leur donne une faible coloration jaune.

Il s'agit certainement, pour les bois de ce deuxième groupe, d'un dépôt d'extraits significatif mais trop faible pour apparaître dans le tableau ci-dessus. La reprise de poids de la plaque étant au maximum de 3 mg, cette quantité ne peut pas être mise en évidence par la comparaison des deux dernières colonnes du tableau 1. Il faudrait pour cela qu'elle soit plus importante. Cet extrait précipité et fixé sur la plaque est-il combiné avec du zinc devant alors être compté comme zinc attaqué ? Avec certains bois, la pellicule superficielle voilant la plaque se détache partiellement après un long séchage sous vide. Nous avons constaté qu'elle renferme du zinc, mais il nous fut impossible de doser quantitativement cette forme de zinc attaqué.

Donc, pour les bois de ce deuxième groupe, les valeurs indiquées dans la quatrième colonne du tableau sont entachées d'une erreur par défaut

d'autant plus forte que la reprise de poids de la plaque a été plus élevée. Nous avons arbitrairement convenu d'affecter chaque bois d'un indice représentant en milligrammes la somme de la quantité totale de zinc dosé et de la reprise de poids de la plaque. A quelles conclusions conduirait cet indice dont nous soulignons une fois de plus le caractère artificiel ? Le Makoré demeure le bois le plus nocif (indice de 8,5). Viennent ensuite l'Iroko et le Sipo (indice compris entre 6 et 8). L'Ayous, l'Azobé, le Niangon, le Teck de Côte-d'Ivoire, l'Epicéa et le Hêtre sont les moins nocifs (indice inférieur à 3). Les autres bois occupent une position moyenne. Le Teck de Côte-d'Ivoire demeure moins nocif que celui d'Asie.

On remarquera que ces deux tentatives de classement, tout en présentant des différences, ne sont pas contradictoires en ce qui concerne les cas extrêmes. Nous croyons donc pouvoir conclure que le Makoré, l'Iroko et le Sipo sont certainement les bois les plus nocifs et que l'Ayous, le Teck de Côte-d'Ivoire, l'Epicéa, le Hêtre, et vraisemblablement l'Azobé et le Niangon présentent la corrosivité la plus faible. Il serait imprudent de faire une distinction entre les autres bois.

II. Les résultats obtenus à l'ébullition sont portés tableau 2 avec les mêmes conventions que précédemment. Certes, ces résultats sont sans rapport direct avec les conditions pratiques d'utilisation des bois. Ils contribuent cependant à améliorer nos connaissances de ces derniers et peuvent confirmer les opinions déjà formulées.

A l'ébullition, interviennent des extraits supplémentaires. L'attaque due aux extraits déjà solubilisés à 45° peut en outre être augmentée. Il n'est pas possible de distinguer entre les deux phénomènes. Cette distinction n'aurait d'ailleurs pas grande utilité.

Il est certain que dans le cas du Makoré, du Sipo, du Tali et du Teck de Côte-d'Ivoire des extraits précipitent en proportion sensible, comme le montre la comparaison entre les deux dernières colonnes du tableau 2. Ce phénomène avait été observé avec le fer. Mais le zinc attaqué figurant dans ces précipités mélangés au bois sera dosé dans la solution oxalique de traitement de ce dernier. L'erreur par défaut commise dans la détermination du zinc attaqué est encore représentée par un composé extrait-zinc adhérent à la plaque. Par rapport aux essais effectués à 45°, l'ébullition ne modifie pas l'aspect physique des plaques (surface lisse), mais elles sont toutes fortement noircies. Avec l'eau pure, elles seraient blanches et rugueuses.

Sauf dans le cas du Makoré, la quantité totale de zinc dosé est toujours plus élevée qu'à 45°.

Si on se base uniquement sur les quantités totales de zinc dosé, le Sipo est le plus actif. Viennent

TABLEAU 2

Essais à l'ébullition

Bois	Zn dans filtrat	Zn dans eau	Zn dans sol. oxalique	Total Zn dosé	PP	Extrait net	Extrait témoin
Ayous .....	682	374	2.266	3.322	3,48	65,2	65,2
Azobé .....	580	710	2.725	4.015	4,03	15,9	17,8
Doussié .....	3.432	1.358	2.062	6.852	6,77	136,6	139,7
Iroko .....	1.643	948	1.968	4.559	2,37	73,4	76,5
Makoré .....	780	630	3.860	5.270	3,61	130,6	138,3
Niangon .....	1.167	717	3.235	4.620	4,10	32,1	33,1
Okoumé .....	2.310	660	3.358	6.238	3,76	33,2	30,2
Padouk .....	655	424	3.100	4.179	2,93	64,8	62,9
Sipo .....	1.666	1.049	5.368	8.083	3,85	41,5	50,4
Tali .....	2.080	416	3.125	5.621	3,64	42,5	52,4
Teck Asie .....	1.104	355	2.606	4.065	2,54	61,1	59,6
Teck Côte d'Ivoire ..	1.064	375	1.922	3.361	1,83	48,4	55,0
Epicéa .....	167	39	1.900	2.106	2,14	29,0	34,7
Hêtre .....	375	375	750	1.500	1,71	30,4	31,8

ensuite le Doussié, l'Okoumé et le Tali. L'Ayous, le Teck de Côte-d'Ivoire, l'Epicéa et le Hêtre sont les moins corrosifs. Les autres bois occupent des positions moyennes. Mais si on considère les pertes de poids des plaques, les bois se divisent de nouveau en deux groupes. Dans le cas de l'Ayous, de l'Azobé, du Doussié, du Niangon, de l'Epicéa et du Hêtre, les pertes de poids et les quantités totales de zinc dosé sont sensiblement équivalentes. Pour les autres bois, il y a, comme à 45°, reprise de poids de la plaque. Cette reprise est la plus forte avec le Sipo et le Teck d'Asie (4,2 et 3,5 mg), moyenne pour l'Iroko et l'Okoumé (2,2 et 2,6 mg) et minimum pour le Makoré, le Padouk, le Tali et le Teck de Côte-d'Ivoire. L'indice conventionnel imaginé ci-dessus est maximum pour le Sipo (12,3). Viennent ensuite : l'Okoumé et le Tali (indice compris entre 7 et 10). L'Ayous, l'Azobé, l'Epicéa et le Hêtre ont des indices ne dépassant pas 4. Les autres bois occupent des positions moyennes.

Est-il possible après ces essais de tirer une conclusion définitive ou, plus modestement, de formuler une opinion ? Les essais à 45° nous

avaient permis d'attribuer la plus forte corrosivité au Makoré, à l'Iroko et au Sipo, et la plus faible à l'Ayous, au Teck de Côte-d'Ivoire, à l'Epicéa et au Hêtre. Ce diagnostic est confirmé pour le Sipo, l'Ayous, l'Epicéa et le Hêtre.

Après essais à 45°, nous avons hésité à déclarer que l'Azobé était peu corrosif. Mais les essais à l'ébullition (indice de l'Azobé 4) justifient cette opinion. A l'ébullition, le Makoré ne figure plus parmi les bois les plus corrosifs. Mais son indice est cependant assez élevé (indice du Makoré 7). Nous maintiendrons notre opinion que le Makoré est corrosif. On peut faire une remarque semblable au sujet de l'Iroko et du Tali. Le Niangon, le Padouk et les Teck continuent à figurer parmi les bois de corrosivité moyenne. Restent à examiner le cas de l'Okoumé et celui du Doussié. A 45°, ces deux bois n'avaient pas attiré particulièrement notre attention. A l'ébullition, ils se classeraient parmi les bois corrosifs (indice 8,8 et 6,8). Certes, les essais à l'ébullition sont sans rapport avec les conditions d'utilisation pratique des bois. Nous dirons simplement que ces deux bois n'offrent pas toutes les garanties désirables.

## ACTION SUR LE ZINC D'UNE SOLUTION D'EXTRAITS

I. Celle-ci est préparée par contact à 45° pendant dix jours entre 2 g de bois comptés anhydres et 250 ml d'eau distillée de pH 6,8-7,0. La solution obtenue est filtrée à 45°. 50 ml sont utilisés pour déterminer le taux d'extraits. 200 ml sont mis en contact pendant dix jours à 45° avec une plaque de zinc identique à celle utilisée lors des essais bois-métal. 200 ml de solution témoin sont abandonnés simultanément pendant dix jours à 45° afin de

vérifier que la solution d'extraits ne précipite pas spontanément.

Après essai, on dose le zinc dans la solution filtrée. On dose le zinc sur filtre et dans la solution de rinçage de l'éprouvette. Le zinc trouvé dans le filtrat est sous la forme  $Zn^{++}$ . Les autres quantités trouvées de zinc sont sous forme combinée (zinc précipité).

On détermine l'extrait de la solution témoin et

l'extrait net de la solution d'essai, ce qui permet de mettre éventuellement en évidence le pourcentage des extraits ayant précipité sous l'influence du métal.

Nos résultats sont inscrits tableau 3. On a noté (colonne 1) le nombre de milligrammes d'extraits figurant dans les 200 ml de liqueur d'attaque, le nombre de gammas de zinc dosé dans le filtrat (colonne 2), le nombre de gammas de zinc trouvé sous forme combinée (colonne 3), la quantité totale de zinc dosé en gammas rapportée aux extraits fournis par un gramme de bois (colonne 4) et la perte de poids PP' en milligrammes de la plaque rapportée aux extraits fournis par un gramme de bois (colonne 5). Le taux de précipitation des extraits ne fut significatif que dans le cas de l'Azobé (27,0 %).

TABLEAU 3

Essais à 45°

Bois	1	2	3	4	PP'
Ayous....	76,2	2.637	2.012	2.906	1,51
Azobé....	17,4	1.587	4.062	3.531	0,50
Doussié...	143,0	3.750	418	2.605	1,54
Iroko.....	67,2	3.450	650	2.500	— 0,81
Makoré....	96,8	4.575	2.325	4.301	1,25
Niangon...	27,8	1.962	2.040	2.501	1,36
Okoumé...	26,8	3.800	900	2.625	— 0,13
Padouk...	42,0	1.800	225	1.266	0,00
Sipo.....	35,2	3.150	2.200	3.344	2,13
Tali.....	42,8	6.900	500	4.625	3,72
Teck Asie	63,6	3.800	1.100	2.750	0,25
Teck C. Iv.	95,6	3.937	163	2.500	0,12
Epicéa....	27,3	1.410	2.110	2.200	0,18
Hêtre.....	29,9	340	340	1.853	0,90

Le signe — signifie que le poids de la plaque a augmenté après essai.

Ces résultats sont déconcertants. En effet, dans le cas du fer par exemple, les extraits préparés à l'avance étaient plus actifs que le bois leur donnant naissance : résultat logique car dans le cas du bois les extraits passent lentement en solution pendant la durée de l'essai. Mais, dans le cas présent, si nous comparons la colonne 4 du tableau 3 à la colonne 4 du tableau 1 correspondant à un gramme de bois, on remarque :

1° Que les valeurs inscrites (zinc total dosé) sont supérieures ou pratiquement équivalentes (une différence de 500 gammas n'est guère significative) dans le cas de l'Ayous, de l'Azobé, du Doussié, du Niangon, de l'Okoumé, du Tali, du Teck de Côte-d'Ivoire, de l'Epicéa et du Hêtre. Résultat logique.

2° Que les valeurs du tableau 3 sont inférieures à celles du tableau 1 dans le cas de l'Iroko, du Makoré, du Padouk, du Sipo et du Teck d'Asie.

Résultat en apparence absurde, mais pouvant être considéré comme rassurant quant aux appréciations déjà formulées.

Nous pensons que l'explication réside peut-être dans le fait que nous sommes, comme déjà signalé, en présence de deux types différents d'attaque du zinc et que l'effet global est fonction du pH. Or, ce dernier varie continuellement pendant les essais. Il est possible qu'avec certains bois cette variation soit différente selon qu'on opère avec le bois ou avec les extraits correspondants.

Si on affectait les extraits de chaque bois d'un indice arbitraire tenant compte de la reprise de poids de la plaque de zinc comme nous l'avons fait pour les bois, on verrait que le Makoré a l'indice maximum (7,4), le Padouk et le Hêtre les indices minima (1,3 et 2,8). Les autres indices sont tous compris entre 4 et 7. Nous dirons simplement que notre hypothèse que le Makoré est très corrosif n'est pas infirmée.

II. De nouvelles plaques de zinc ont été attaquées à l'ébullition pendant sept heures par les solutions d'extraits préparées à 45°. Les résultats sont inscrits tableau 4 avec les mêmes conventions que pour le tableau 3. La première colonne a toutefois été supprimée puisque nous utilisons les mêmes solutions. Une nouvelle colonne a été ajoutée indiquant les taux de précipitation des extraits combinés aux ions Zn<sup>++</sup>, taux qui sont souvent significatifs.

TABLEAU 4

Essais à l'ébullition

Bois	2	3	4	PP'	Taux de précipitation
Ayous....	1.106	6.262	4.605	2,47	0,0
Azobé....	1.387	4.978	3.978	1,61	23,6
Doussié...	5.812	987	4.249	1,26	0,0
Iroko.....	3.200	1.800	3.125	— 1,31	8,2
Makoré....	3.950	4.325	5.172	1,06	0,0
Niangon...	5.592	11.212	10.502	2,70	20,0
Okoumé...	3.700	2.150	3.656	— 0,56	5,2
Padouk...	3.275	900	2.609	— 0,62	9,3
Sipo.....	4.500	6.688	6.993	2,81	34,8
Tali.....	9.200	1.000	6.375	3,50	0,0
Teck Asie	4.000	3.000	4.375	— 1,88	0,0
Teck C. Iv.	2.920	3.516	4.023	— 0,92	0,0
Epicéa....	975	1.100	2.297	— 0,68	7,7
Hêtre....	1.960	1.175	1.959	0,38	0,0

Le signe — signifie que le poids de la plaque a augmenté après essai.

A 45°, seuls les extraits d'Azobé précipitaient de manière significative, c'est-à-dire décelables par la comparaison entre les quantités d'extraits nets après attaque et d'extraits témoins. A l'ébullition, les extraits d'Azobé, d'Iroko, de Niangon,

d'Okoumé, de Padouk, de Sipo et d'Epicéa donnent avec les ions  $Zn^{++}$  des combinaisons insolubles en proportions variables, mais très importantes dans des extraits d'Azobé, de Niangon et de Sipo.

Après attaque à l'ébullition, les quantités de zinc total dosé sont toujours supérieures, sauf dans le cas du Hêtre et de l'Epicéa, à celles qui furent observées après attaque à 45°. Dans le cas de l'Azobé et de l'Iroko cependant, la différence n'est guère significative (Cf. les colonnes 4 des tableaux 3 et 4).

Notre indice arbitraire a une valeur particulièrement élevée (18,3) avec les extraits de Niangon. Les indices des extraits d'Ayous, d'Azobé, de Padouk, d'Epicéa et de Hêtre sont inférieurs à 7. Les indices des extraits des autres bois sont compris entre 7 et 11. On remarquera que les extraits de Niangon, peu actifs quand l'attaque du zinc a lieu à 45°, sont devenus, et de beaucoup, les plus nocifs à l'ébullition, leur indice passant de 3,6 à 18,3.

Ces essais effectués à l'ébullition sont, répétons-le, sans rapport avec les conditions pratiques d'utilisation des bois. Ils ont cependant un certain intérêt. Ils nous apportent quelques renseignements sur les propriétés de ces extraits. Mais, surtout, ils permettent peut-être de prévoir comment évoluerait l'action de ces extraits sur le métal dans des conditions pratiques (45°) si l'attaque était de très longue durée au lieu de dix jours.

L'augmentation de l'activité des extraits due à l'élévation de température est donc maximum avec le Niangon, forte avec le Sipo, moyenne avec l'Ayous, le Doussié, le Padouk, le Tali et les Teck, faible avec le Makoré et l'Okoumé, nulle ou non significative avec l'Azobé, l'Iroko, l'Epicéa et le Hêtre.

Par rapport aux essais effectués à 45°, nous ne voyons dans ces résultats obtenus à l'ébullition aucune nouvelle contre-indication pour l'emploi des bois en contact avec le zinc.

## RÉSUMÉ

Que résulte-t-il de tous ces essais qui concernent, répétons-le, l'action globale de l'eau et des bois sur le zinc ? Nous avons rassemblé nos observations dans le tableau 5. Par activité, nous entendons la quantité de zinc total dosé. On a constitué trois groupes de valeurs : élevées, moyennes et faibles.

Aucun doute n'est possible :

1° Au sujet de l'Ayous, du Teck de Côte-d'Ivoire, de l'Epicéa et du Hêtre qui possèdent les corrosivités les plus faibles.

2° Au sujet du Makoré, du Sipo et du Tali qui possèdent les corrosivités les plus fortes.

Les autres bois possèdent dans l'ensemble des propriétés moyennes. On peut simplement remarquer que l'Iroko est voisin des bois à corrosivité la plus élevée et que l'Azobé est voisin des bois à la corrosivité la plus faible.

Nous avons essayé de donner un sens plus précis à ces propositions en étudiant l'action de l'eau pure (pH 6,8-7,0) sur le zinc.

TABLEAU 5

Tableau récapitulatif

Essence	Bois à 45°		Bois à l'ébullition		Extrait à 45°		Extrait à l'ébullition	
	Activité	Indice	Activité	Indice	Activité	Indice	Activité	Indice
Ayous .....	faible	faible	faible	faible	moyenne	moyen	moyenne	faible
Azobé .....	moyenne	faible	moyenne	faible	élevée	élevé	moyenne	faible
Doussié .....	moyenne	faible	élevée	moyen	moyenne	faible	moyenne	moyen
Iroko .....	élevée	élevé	moyenne	moyen	moyenne	moyen	moyenne	moyen
Makoré .....	élevée	élevé	élevée	élevé	élevée	élevé	élevée	moyen
Niangon .....	moyenne	faible	moyenne	moyen	moyenne	moyen	élevée	élevé
Okoumé .....	moyenne	moyen	élevée	élevé	moyenne	moyen	moyen	moyen
Padouk .....	moyenne	moyen	moyenne	moyen	faible	faible	faible	faible
Sipo .....	élevée	élevé	élevée	élevé	élevée	moyen	élevée	moyen
Tali .....	élevée	moyen	élevée	élevé	élevée	moyen	élevée	moyen
Teck Asie .....	moyenne	moyen	moyenne	moyen	moyenne	moyen	moyenne	moyen
Teck Côte d'Ivoire ..	faible	faible	faible	moyen	moyenne	moyen	moyenne	moyen
Epicéa .....	faible	faible	faible	faible	faible	moyen	faible	faible
Hêtre .....	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible

## ACTION DE L'EAU SUR LE ZINC

Il se forme de l'oxyde de zinc pouvant demeurer adhérent à la plaque ou se détacher partiellement et passer en suspension. La plaque devient blanche et présente un aspect rugueux. Si du bois était présent, la plaque resterait lisse et se colorerait plus ou moins fortement en jaune ou en brun.

Après contact, soit à 45°, soit à l'ébullition entre l'eau et le zinc, on filtre, lave la plaque en recueillant sur filtre l'oxyde qui se détacherait, et sèche la plaque d'abord à 45°, puis sur P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. On dissout l'oxyde de zinc qui pourrait former un voile sur les parois de l'éprouvette. On dose le zinc dans la solution filtrée, sur filtre et dans la solution de rinçage de l'éprouvette.

On constate que la variation de poids de la plaque de zinc est sans rapport avec les quantités de métal attaqué ainsi déterminées. La plaque augmente parfois de poids après attaque par l'eau, ou bien la perte qu'elle a subie est très inférieure à celle qui correspondrait à la quantité totale de zinc dosé. La plaque reprend donc du poids par oxydation. On calcule donc une nouvelle quantité de zinc attaqué qui devra être ajoutée à la quantité dosée sous forme de Zn<sup>++</sup>. Voici nos résultats en fonction du pH de l'eau de départ. Ces résultats sont fournis par les 250 ml d'eau utilisés pour l'attaque du métal. Une quantité minimum de zinc attaqué sera calculée en supposant que la reprise de poids a lieu sous la forme Zn(OH)<sub>2</sub>. Elle serait supérieure si on la considérait sous la forme ZnO.

	pH 5	pH 6	pH 7
<i>A 45°.</i>			
Perte de poids en mg .....	1,1	6,3	4,9
Zn <sup>++</sup> soluble, gammas .....	390	490	70
Zn dans précipité dissous en mg .....	12,9	14,3	11,8
Zn total attaqué en mg .....	21,3	20,4	16,5
<i>A l'ébullition.</i>			
Perte de poids en mg .....	— 0,8	— 1,1	8,8
Zn <sup>++</sup> soluble, gammas .....	330	390	160
Zn dans précipité dissous en mg .....	23,0	17,0	31,0
Zn total attaqué.....	39,2	29,5	45,8

Les résultats obtenus à 45° furent suffisamment reproductibles et nous admettrons dans la zone de pH 5-7 que 250 ml d'eau attaquent 18,1 mg de zinc (valeur moyenne). A l'ébullition, les résultats sont dispersés, peut-être parce que de l'oxyde se détache de la plaque permettant ou facilitant ainsi une attaque plus poussée. Il nous semble cependant possible de comparer, surtout à 45°, l'action de l'eau seule à l'action globale de l'eau et du bois.

*Remarque.* Si on applique à ces essais notre notion d'indice conventionnel, on obtient, à 45°, respectivement pour les trois pH considérés : 25,5 23,3 et 20,5. On peut admettre une valeur moyenne : 23,1. A l'ébullition, ces indices seraient : 47,0, 35,9 et 53,5.

## COMPARAISON ENTRE L'ACTION DE L'EAU ET CELLE DES BOIS

On entend le plus souvent par corrosivité (ou acidité) d'un bois en milieu aqueux le fait qu'un métal est attaqué comme il le serait par un acide, la très faible corrosivité de l'eau étant pratiquement négligeable, quoique non nulle. On remarquera que, dans le cas du zinc, nous avons utilisé les termes de corrosivité, d'activité et de nocivité. Cela pour la raison suivante : l'eau distillée attaque davantage le zinc que cette même eau en présence des bois dans nos conditions expérimentales. Pour rendre la comparaison possible, les valeurs inscrites dans les tableaux 1 et 2 qui étaient rapportées à un gramme de bois devront être doublées puisque 250 ml d'eau renferment approximativement deux grammes de bois anhydre. Les indices conventionnels des bois devront également être doublés. En comparant avec les valeurs obtenues avec l'eau pure, on voit :

a) Que dans le cas de l'eau pure à 45°, la quantité moyenne de zinc total dosé était de 13,3 mg, la valeur minimum étant de 11,9 mg. Une valeur voisine, mais non supérieure est obtenue avec le Makoré (11,0). Tous les autres bois présentent des valeurs inférieures, la valeur minimum étant naturellement celle du Hêtre (2,0).

b) Que dans le cas de l'eau pure à 45° l'indice moyen était 23,1, la valeur minimum étant 20,5. Cette valeur n'est atteinte avec aucun bois, le Makoré présentant la valeur la plus élevée (17,0), suivi par l'Iroko (13,9) et le Sipo (13,1).

c) Qu'à l'ébullition, dans le cas de l'eau pure, la quantité minimum de zinc total dosé était de 17,4 mg. Cette valeur n'est qu'à peine atteinte par le Sipo (16,2), suivi par le Doussié (13,7) et l'Okoumé (12,4).

d) Qu'à l'ébullition l'indice minimum de l'eau pure (35,9) demeure très supérieur à l'indice maximum des bois présenté par le Sipo (24,6), suivi par l'Okoumé (17,4) et le Tali (15,2).

On voit donc que l'effet global du bois et de l'eau est moindre que celui de l'eau pure. Les bois considérés comme les plus actifs, ou les plus nocifs, sont ceux qui protègent le moins le zinc contre l'action de l'eau.

Comparons maintenant l'action de l'eau pure et celle des extraits. Comme précédemment, les valeurs des colonnes 4 des tableaux 3 et 4 devront être doublées ainsi que les indices correspondants.

En ce qui concerne les observations faites à 45°,

les propositions précédentes sont confirmées aussi bien au point de vue des quantités de zinc total dosé qu'à celui des valeurs des indices.

A l'ébullition, la quantité de zinc total dosé (21,0 mg) dépasse la valeur minimum trouvée dans le cas de l'eau pure (17,4), mais demeure inférieure aux deux autres valeurs trouvées (selon le pH) 23,3 et 31,2. La valeur maximum de l'indice observée avec le Niangon (36,6) est pratiquement identique à la valeur minimum trouvée avec l'eau (35,9) et demeure très inférieure aux autres valeurs 47,0 et 53,5.

Il nous fut donc impossible de prouver que l'action des bois et de l'eau est plus néfaste que celle de l'eau pure.

## CONCLUSION

Malgré les difficultés rencontrées dans l'interprétation des résultats expérimentaux et le fait qu'elles ne furent pas résolues de manière satisfaisante, il est certain :

1° Que le zinc n'exerce aucune action destructrice sur les bois, et cela contrairement au fer.

2° Que les bois en contact avec le zinc protègent ce dernier contre l'action de l'eau, cette protection

étant minimum avec les bois que nous avons jugés les plus actifs.

Notre conclusion justifie l'emploi de tire-fond galvanisés pour les traverses de chemin de fer. Le zinc empêche le bois d'attaquer le fer et le fer d'attaquer le bois (phénomène trop souvent négligé). Le bois protège le zinc contre l'action de l'eau.

## BIBLIOGRAPHIE

1. J. SAVARD, A. M. ANDRÉ et L. CAUMARTIN. *Bois et Forêts des Tropiques*, 1963, n° 91, 41; 1965, n° 99, 33; 1966, n° 106, 41; 1968, n° 120, 37; 1970, n° 130, 55.
2. J. SAVARD, D. LECOCHÉ. *Bois et Forêts des Tropiques*, 1968, n° 120, 37.