

# ACTION DU FER SUR *TARRIETIA UTILIS* ET *TARRIETIA DENSIFLORA*

par J. SAVARD et L. CAUMARTIN

Division de Chimie du  
Centre Technique Forestier Tropical

## SUMMARY

### THE ACTION OF IRON ON *TARRIETIA UTILIS* AND *TARRIETIA DENSIFLORA*

*This article examines the interaction of iron and Tarrietia. A distinction is made between Tarrietia utilis (Niangon of the Ivory Coast) and Tarrietia densiflora (Ogoué of Gabon). The corrosivity of both species is negligible, but they rapidly turn black in contact with iron or iron salts. They withstand the action of the latter well, Ogoué having a greater resistance in this respect. The extract content of Tarrietia may vary considerably ; the conclusions presented in this article are valid only for the samples studied. The use of Tarrietia can therefore give rise to contradictory observations, for they are particularly ill-defined from the chemical point of view.*

## RESUMEN

### ACCION DEL HIERRO SOBRE *TARRIETIA UTILIS* Y *TARRIETIA DENSIFLORA*

*Se ha estudiado la acción recíproca del hierro y de las Tarrietia. Se ha establecido la diferencia existente entre Tarrietia utilis (Niangón de la Costa del Marfil) y Tarrietia densiflora (Ogué del Gabón). La corrosividad de ambas especies es insignificante, pero un color negro aparece rápidamente al contacto del metal o de sus sales. Las maderas resisten correctamente a la acción de estas últimas, aun cuando el Ogué es, desde este punto de vista, superior. Los contenidos en extractos de Tarrietia pueden variar considerablemente, por lo cual nuestras conclusiones únicamente son válidas para las muestras estudiadas. El empleo de Tarrietia puede dar lugar, consecuentemente, a observaciones contradictorias, debido a la incorrecta definición que de los mismos se posee desde el punto de vista químico.*

Désirant étudier l'action réciproque du Niangon et du fer et mettre en évidence quelques propriétés de ses extraits, nous avons jugé utile de comparer des échantillons de Niangon proprement dit (*Tarrietia utilis* de Côte-d'Ivoire) à des échantillons d'Ogoué (*Tarrietia densiflora* du Gabon) ... à condition naturellement que les différences de composition chimique entre les deux espèces soient significatives. Nous commencerons donc par envisager ce point.

Douze échantillons de chacune des deux espèces provenant tous d'arbres différents avaient été analysés selon les normes de la Division de Chimie du Centre Technique Forestier Tropical (1). Les résultats essentiels sont inscrits tableau 1. Il semble à première vue que *T. densiflora* soit en moyenne plus riche en extrait alcool-benzène que *T. utilis*. Mais la dispersion des résultats est telle qu'on peut se demander si les vingt-quatre échantillons n'appartiennent pas à une même population. Le

TABLEAU 1

| <i>Tarrielia utilis</i> |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
|-------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| No. C. T. F. T. ....    | 5.839 | 7.023 | 10.249 | 10.746 | 10.747 | 10.748 | 10.749 | 10.750 | 10.751 | 10.752 | 10.753 | 10.754 | Moy.  |
| Extr. alc-benz. ....    | 6,90  | 5,90  | 15,00  | 3,30   | 5,20   | 4,50   | 1,00   | 6,60   | 2,40   | 5,10   | 2,50   | 2,80   | 5,10  |
| Extr. à l'eau ....      | 2,30  | 3,30  | 2,70   | 2,60   | 1,10   | 3,30   | 1,80   | 3,15   | 1,50   | 1,00   | 2,00   | 3,50   | 2,35  |
| Cendres à 425° ....     | 0,500 | 0,530 | 0,550  | 0,650  | 0,600  | 0,600  | 0,600  | 0,670  | 0,600  | 0,500  | 0,700  | 0,600  | 0,592 |
| Indice de furf. ....    | 8,9   | 7,8   | 6,8    | 7,0    | 8,3    | 9,5    | 7,9    | 8,3    | 8,2    | 9,0    | 9,2    | 8,7    | 8,30  |
| Cellulose corr. ....    | 35,2  | 35,5  | 35,2   | 47,5   | 42,8   | 40,7   | 46,3   | 44,2   | 44,3   | 43,8   | 44,3   | 42,6   | 41,26 |
| Lignine. ....           | 33,4  | 36,7  | 32,9   | 29,8   | 31,3   | 33,3   | 30,5   | 33,0   | 33,0   | 32,8   | 30,5   | 31,0   | 32,55 |

  

| <i>Tarrielia densiflora</i> |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
|-----------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| No. C. T. F. T. ....        | 9.999 | 10.000 | 11.234 | 11.285 | 11.286 | 11.287 | 11.288 | 11.733 | 11.756 | 11.757 | 11.758 | 11.759 | Moy.  |
| Extr. alc-benz. ....        | 7,00  | 6,60   | 9,90   | 7,30   | 11,20  | 3,40   | 10,20  | 17,70  | 8,40   | 12,50  | 5,00   | 12,10  | 9,28  |
| Extr. à l'eau ....          | 1,80  | 2,00   | 2,05   | 1,65   | 1,55   | 1,00   | 1,60   | 2,55   | 2,05   | 1,35   | 1,35   | 1,75   | 1,72  |
| Cendres à 425° ....         | 0,320 | 0,180  | 0,210  | 0,200  | 0,500  | 0,280  | 0,200  | 0,170  | 0,170  | 0,120  | 0,290  | 0,170  | 0,234 |
| Indice de furf. ....        | 7,1   | 7,4    | 7,3    | 7,9    | 6,8    | 7,6    | 7,3    | 6,7    | 8,1    | 7,6    | 8,1    | 7,9    | 7,48  |
| Cellulose corr. ....        | 42,6  | 40,1   | 40,3   | 41,9   | 38,5   | 45,8   | 38,9   | 28,3   | 39,1   | 37,6   | 44,6   | 36,5   | 39,52 |
| Lignine. ....               | 32,4  | 35,6   | 32,2   | 32,4   | 34,2   | 34,3   | 34,3   | 37,7   | 33,9   | 31,4   | 32,2   | 32,9   | 33,62 |

problème est donc de déterminer si les différences entre les moyennes sont significatives. Il est peut-être imprudent d'appliquer le test de STUDENT-FISHER à un nombre aussi faible de données. En outre, il n'est pas possible de vérifier la nature des distributions avec un nombre aussi restreint d'échantillons. Pour appliquer la méthode statistique malgré les réserves ci-dessus, nous invoquons l'exemple cité dans le « Guide pratique pour l'Introduction des Méthodes statistiques dans l'Industrie papetière (2) ». Comparant dix mesures de grammage d'une feuille de papier ayant pour valeurs extrêmes 49,15 et 50,46 g/m<sup>2</sup> (moyenne 49,91) à huit mesures de grammage d'une autre feuille ayant pour valeurs extrêmes 49,79 et 52,38

(moyenne 51,03), les auteurs appliquent le test de STUDENT-FISHER pour conclure que la différence des moyennes est significative, et que le grammage a systématiquement augmenté entre le prélèvement de la première feuille et celui de la deuxième.

Signalons encore que MIREG (3) a appliqué avec succès le test ci-dessus à onze observations portant sur le poids spécifique du blé 284 et à onze observations semblables sur le blé 422, tous deux cultivés au Maroc.

Enfin n'oublions pas que des différences statistiquement significatives auront pour seule conclusion de nous contraindre à étudier séparément *T. utilis* et *T. densiflora*.

### APPLICATION DU TEST DE STUDENT-FISHER A NOS RÉSULTATS ANALYTIQUES

Soient  $x_u$  et  $x_d$  deux résultats analytiques de même nature (taux d'extrait, de cendres, de lignine, etc.) pour *T. utilis* et *T. densiflora*. On forme les moyennes  $\bar{x}_u$  et  $\bar{x}_d$  pour les douze valeurs de  $x_u$  et les douze valeurs de  $x_d$ . On calcule la somme  $\sum x_u^2$  des carrés de  $x_u$  et celle  $\sum x_d^2$  des carrés de  $x_d$ . La variance estimée est alors :

$$S^2 = \frac{\sum x_u^2 + \sum x_d^2 - 12(\bar{x}_u^2 + \bar{x}_d^2)}{22}$$

Le test  $t$  est alors donné par :

$$t = \frac{\bar{x}_u - \bar{x}_d}{S} \cdot \left( \frac{n_u \cdot n_d}{n_u + n_d} \right)^{1/2} = \frac{\bar{x}_u - \bar{x}_d}{S} \cdot 6^{1/2}$$

Le signe de  $t$  importe peu. Dans notre cas,  $n_u$  et  $n_d = 12$ . Dans la table de STUDENT-FISHER, le nombre des degrés de liberté sera  $n_u + n_d - 2 = 22$ .

A la valeur calculée pour  $t$  correspond une probabilité  $P$ . Si par exemple,  $P = 0,02$ , il y aura deux chances sur cent de trouver une telle valeur de  $t$  lorsque les moyennes vraies des deux séries  $\bar{x}_u$  et  $\bar{x}_d$  sont les mêmes. Nous adopterons comme seuil de signification  $P = 0,05$ .

A cette valeur correspond  $t = 2,07$ . Toute valeur de  $t$  égale ou supérieure à 2,07 signifie que les différences observées entre les moyennes expérimentales  $\bar{x}_u$  et  $\bar{x}_d$  ont 95 chances sur cent (au minimum) de n'être pas dues au hasard ; autrement dit que l'ensemble de nos échantillons de *T. utilis* diffère statistiquement de l'ensemble de nos échantillons de *T. densiflora*.

Les résultats des calculs sont inscrits tableau 2.

Les deux séries étudiées représentent peut-être des populations différentes en ce qui concerne les extraits, les cendres et l'indice de furfural (pento-

TABLEAU 2

|                           | $\bar{x}_u$ | $\bar{x}_d$ | S    | t    | P               |
|---------------------------|-------------|-------------|------|------|-----------------|
| Extrait alcool-benzène... | 5,10        | 9,28        | 3,74 | 2,73 | 0,02 > P > 0,01 |
| Extrait à l'eau .....     | 2,35        | 1,72        | 0,68 | 2,25 | 0,05 > P > 0,02 |
| Extrait total .....       | 7,45        | 11,00       | 4,01 | 2,17 | 0,05 > P > 0,02 |
| Cendres à 425° .....      | 0,592       | 0,234       | 0,27 | 3,29 | P < 0,01        |
| Indice de furfural .....  | 8,30        | 7,48        | 0,70 | 2,89 | [P < 0,01       |
| Cellulose corrigée.....   | 41,26       | 39,52       | 4,45 | 0,96 | 0,40 > P > 0,30 |
| Lignine .....             | 32,55       | 33,62       | 1,97 | 1,33 | P = 0,20        |

sanés). Elles sont au contraire indiscernables en ce qui concerne les taux de cellulose et de lignine.

Les extraits pouvant jouer un rôle considérable dans la corrosivité d'une essence et modifier l'action d'un cation, nous sommes donc contraints d'étudier comparativement les deux espèces de *Tarrielia*. Au cas où la corrosivité des extraits serait nulle ou très faible, la distinction basée sur leurs taux sera évidemment sans objet. Mais nous ne pouvons le prévoir *a priori*.

**REMARQUE.** Les taux d'extraits à l'eau ci-dessus cités ne sont pas nécessairement identiques

à ceux qui seront observés au cours des essais de corrosivité. En effet l'analyse d'un bois est toujours effectuée sur échantillon préalablement extrait à l'alcool-benzène et à l'éther. L'extraction est ensuite faite par l'eau bouillante. Les essais de corrosivité sont au contraire effectués avec du bois brut afin d'avoir une signification pratique. En outre on distingue entre des extraits obtenus par l'eau à 45°, et par l'eau à l'ébullition. Les remarques statistiques ci-dessus avaient pour unique objet de nous contraindre à faire une distinction entre les deux espèces.

### ESSAIS EXPÉRIMENTAUX

On a appliqué à deux échantillons de *T. utilis* (nos C. T. F. T. 10.748 et 10.749) et à deux échantillons de *T. densiflora* (nos C. T. F. T. 11.284 et 11.287) les tests suivants.

I. Action en milieux aqueux (250 ml d'eau bidistillée sous vide et de pH compris entre 6,8 et 7,0) de 2 g environ de poudre de bois d'humidité connue sur 5 g de limaille dégraissée à l'éther. Après dix jours à 45° et à l'abri de l'air, on détermine les taux d'extraits et les ions fer passés en solution. On détermine de même le fer dissous par une même quantité de la même eau agissant dans des conditions identiques sur 5 g de limaille (premier essai témoin), et l'extrait passé en solution dans une même quantité de la même eau agissant sur 2 g de bois (deuxième essai témoin).

Le fer solubilisé par l'essai sera la différence entre la quantité de fer trouvée dans la liqueur de l'essai proprement dit (bois + limaille + eau) et la quantité trouvée dans l'eau du premier témoin. L'extrait dit « net » est l'extrait trouvé par évaporation d'une partie aliquote de la solution, diminué de la quantité de fer (comptée conventionnellement Fe) qu'il renferme. Cet extrait net sera comparé à l'extrait obtenu dans le deuxième témoin.

Les extraits seront rapportés à 100 p de bois primitif anhydre. Le fer solubilisé sera compté en gammas par g de bois primitif anhydre. Pour plus de détails, consulter nos précédentes publications (4).

**REMARQUE.** Cette action des bois sur la limaille à 45° est complétée par une action à l'ébul-

lition pendant sept heures, après avoir étendu à 450 ml. On procède aux déterminations ci-dessus sur essais et sur témoins. En raison d'éventuelles précipitations de combinaisons insolubles des extraits et du fer, ce test complémentaire n'est cité que pour mémoire et doit être interprété avec prudence. Il met cependant parfois en évidence une précipitation des extraits combinés au fer.

II. Action sur la limaille de 200 ml de la solution obtenue en mettant en contact 2 g de bois environ et 250 ml d'eau bidistillée sous vide pendant dix jours à 45°. La filtration du bois est faite à 45°, et 200 ml de la solution sont aussitôt mis en contact avec la limaille à cette même température. Ceci afin d'opérer avec une solution ayant la concentration maximum pouvant être obtenue dans nos conditions expérimentales. Des pertes d'extraits par précipitation peuvent en effet être observées avec certains bois quand la solution est abandonnée, même peu de temps, à la température du laboratoire.

Les témoins sont représentés par 200 ml de la même eau agissant sur la limaille, et par 200 ml de la même solution d'extraits. La durée des essais proprement dits et celle des essais témoins est de dix jours à 45°. Le fer solubilisé par la solution d'extrait sera compté net après soustraction de la quantité de fer solubilisée par la seule eau témoin. L'extrait figurant dans la solution après essai sera compté net comme dans le cas du test I. La comparaison avec la seule solution d'extrait permet de

mettre en évidence une précipitation des extraits due au fer.

Le fer que peuvent dissoudre les extraits à l'eau à 45° de 1 g de bois dans nos conditions expérimentales définit conventionnellement la « corrosivité potentielle » des extraits du bois. Cette donnée n'a aucun sens absolu, mais permet de comparer utilement différentes espèces, ou différents échantillons (5).

**REMARQUE.** Ces essais sont complétés par des essais à l'ébullition sans avoir étendu la solution. Nous ferons à ce sujet les mêmes observations que ci-dessus.

III. Action de 250 ml d'une solution de chlorure ferreux à 1 % de Fe<sup>++</sup> (pH 2,6 à 2,8) sur 2 g environ de poudre de bois d'humidité connue pendant dix jours à 45°. Après essai, on filtre, lave le bois à l'eau froide jusqu'à disparition des ions fer dans le filtrat, et extrait pendant sept heures avec 450 ml d'eau distillée bouillant à reflux. Le bois est ensuite extrait à l'alcool-benzène, à l'alcool et à l'éther, puis débarrassé totalement du fer qu'il renferme encore par le traitement oxalique habituel (6).



Ce test a pour objet de mettre en évidence une éventuelle dégradation du bois par les ions fer à 45°.

Les essais sont complétés par une ébullition à reflux (sept heures) portant sur un même échantillon de bois en présence de la solution obtenue à 45° non filtrée diluée à 450 ml.

**Reproductibilité des essais.** Celle-ci est satisfaisante. Exemples. Echantillon n° 11.284 ; taux d'extrait du témoin à 45° : six essais de valeurs extrêmes 1,3 et 1,6 ; essais en présence de limaille 1,9 et 2,3. Echantillon n° 10.748 ; perte de poids du bois après action du chlorure ferreux, extractions, et traitement oxalique : valeurs extrêmes 6,6 et 6,7. Extrait à la soude du bois récupéré : valeurs extrêmes 23,5 et 24,2.

Dans le cas des *Tarrietia*, les quantités solubilisées de fer au cours des tests I et II sont toujours très faibles à 45°. A l'ébullition, elles sont importantes, et la reproductibilité est moins bonne en raison des phénomènes possibles de précipitation déjà signalés. Des différences entre les quantités de fer solubilisées par gramme de bois ne dépassant pas le milligramme sont alors sans signification.

## RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

### Test I.

Nos résultats sont inscrits tableau 3. Les taux d'extraits aqueux nets sont rapportés à 100 p de bois primitif anhydre. Le fer solubilisé exprimé en gammas est rapporté à 1 g de ce bois. L'extraction aux solvants organiques est faite après l'extraction à l'eau bouillante.

TABLEAU 3

| Echantillon et n°           | Après 10 j à 45° |            | Après ébullition |            |
|-----------------------------|------------------|------------|------------------|------------|
|                             | Extr. net        | Fer solub. | Extr. net        | Fer solub. |
| <i>T. utilis</i> 10.748 ... | 1,42             | 242        | 3,27             | 5.628      |
| Témoin .....                | 0,62             |            | 3,35             |            |
| <i>T. utilis</i> 10.749 ... | 1,06             | 491        | 2,24             | 2.876      |
| Témoin .....                | 0,48             |            | 2,37             |            |
| <i>T. densiflora</i> 11.284 | 2,20             | 122        | 3,30             | 4.187      |
| Témoin .....                | 1,50             |            | 3,74             |            |
| <i>T. densiflora</i> 11.287 | 1,00             | 305        | 2,67             | 4.033      |
| Témoin .....                | 0,88             |            | 2,75             |            |

Clou dans du Niangon en menuiserie extérieure. L'action réciproque du fer et du bois en présence d'humidité a entraîné la formation d'une trainée noirâtre. Cette coloration est sans danger pour le métal comme pour le bois (grossissement 2 fois environ).

Photo Chatelain.

Les différences entre les taux d'extraits aqueux, aussi bien à 45° qu'à l'ébullition, dans le cas de l'essai et celui du témoin sont sans signification. Donc, dans le cas des *Tarrietia*, aucune précipitation provoquant une élimination d'ions fer de la solution n'a pu être mise en évidence. Donc encore, les quantités de fer solubilisées à l'ébullition ne sont pas des quantités minima. Dans le cas du test I, les réserves faites ci-dessus quant à la signification des résultats obtenus ne sont donc pas justifiées.

A 45°, les deux espèces de *Tarrietia* sont parmi les bois les moins corrosifs déjà étudiés par nous. Ils se situent après l'Abortzok (bois de corrosivité nulle) et au niveau du Teck d'Asie (moins de 500 gammas). En revanche, les échantillons déjà étudiés par nous de Doussié, d'Ebaé, de Sikon (bois corrosifs) dissolvent 2.500 à 2.600 gammas de fer par gramme de bois dans nos conditions expérimentales.

A l'ébullition, les *Tarrietia* perdent leur supériorité et n'occupent qu'une position moyenne. Signalons que la corrosivité de l'Abortzok serait peu significative; celle du Teck d'Asie serait de 1.200 gammas. Elle atteindrait 9.000 pour le Doussié et 16.000 pour l'Ebaé. Encore ce dernier chiffre est-il un minimum, car la précipitation des extraits de l'Ebaé est très importante à l'ébullition.

**ÉTAT DES BOIS.** Le bois récupéré après le traitement oxalique final a-t-il été dégradé par le contact avec le fer ou ses ions? Cette dégradation peut se manifester :

a) par une perte de poids anormalement élevée subie par l'échantillon d'essai comparativement à celle subie par le témoin (bois + eau);

b) par l'obtention, après tous les traitements, d'un bois possédant un extrait (solubilité) à la soude plus élevé que celui du bois témoin ayant naturellement subi les mêmes traitements en l'absence de fer ou des ions de ce dernier.

Le contrôle a) est impossible après notre test I, car on ne peut séparer quantitativement le bois de la limaille. Mais le contrôle b) est possible. On détermine donc l'extrait à la soude de la totalité de l'échantillon récupéré. On a porté tableau 4

TABLEAU 4

| Echantillon et n°                   | $\Delta S$ après 10 j à 45 ° | $\Delta S$ après ébull. |
|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| <i>T. utilis</i> 10.748 . . . .     | 3,4                          | 4,5                     |
| <i>T. utilis</i> 10.749 . . . .     | 0,8                          | 5,3                     |
| <i>T. densiflora</i> 11.284 . . . . | 0,5                          | 2,5                     |
| <i>T. densiflora</i> 11.287 . . . . | 3,1                          | 4,2                     |

Clou dans le Niangon en menuiserie extérieure. Formation d'une aréole noirâtre autour du clou par suite de l'action réciproque du fer et du bois en présence d'humidité. Cette coloration est également sans danger pour le fer comme pour le bois (grossissement 2 fois environ).

Photo Chatelain.

les variations  $\Delta S$  de l'extrait à la soude. Un  $\Delta S$  négatif signifierait que l'extrait à la soude du bois témoin est le plus élevé. Ce cas n'a pas été observé.

Les valeurs de  $\Delta S$  demeurent faibles. Tant qu'elles ne dépassent pas sensiblement 5, nous estimons que le bois a bien résisté. A titre comparatif, signalons que des  $\Delta S$  de 12 ont été observés avec l'Ayous, bois peu résistant. Avec l'Abortzok, bois remarquablement résistant et même exceptionnel,  $\Delta S$  serait nul.

Notre conclusion sera que les *Tarrietia* ont fait preuve d'une bonne résistance au cours du test I.

Cette résistance a été vérifiée par la détermination des indices de furfural. Par exemple, l'échantillon témoin n° 11.284 extrait à l'eau bouillante et aux solvants organiques possède un indice de 8,3. Après attaque à 45° et avant extraction à la soude, cet indice tombe à 7,3 pour l'échantillon d'essai et à 7,4 pour le témoin. Après extraction à la soude, on trouve respectivement 6,8 et 7,1. On ne peut faire aucune différence entre le comportement de l'échantillon d'essai et celui de l'échantillon témoin. Après attaque à l'ébullition, mais avant extraction à la soude ces valeurs sont 7,1 et 7,6; après extraction à la soude 6,9 et 7,7. Cette dernière différence n'est



pas négligeable. Il est certain que l'échantillon témoin est alors plus riche en pentosanes.

On a observé des résultats similaires avec l'échantillon n° 11.287.

Nous ne nierons pas une certaine fragilité, d'ailleurs bien connue, des pentosanes ; mais elle n'infirmes pas le jugement porté précédemment.

**REMARQUE.** L'extrait à la soude rapporté à 100 p de bois récupéré anhydre n'a de valeur comparative qu'à la condition d'être toujours déterminé dans les mêmes conditions : 100 ml de soude à 1 % de NaOH pour 0,5 à 1,5 g de bois, cinq heures d'ébullition à reflux avec agitation magnétique, filtration immédiate.

## Test II.

Les résultats sont portés tableau 5. On a noté :

colonne 1 la teneur en extrait aqueux (en mg) des 200 ml de solution de départ ;

colonne 2 le pourcentage des extraits primitifs ayant précipité après dix jours de contact à 45° avec la limaille ;

colonne 3 le fer solubilisé (en gammas) par les extraits trouvés dans la solution ;

colonne 4 le fer solubilisé (en mg) par gramme d'extrait primitif ;

colonne 5 le fer (en gammas) que pourraient solubiliser les extraits d'un gramme de bois si ces extraits étaient isolés à l'avance et mis en contact avec la limaille dans nos conditions expérimentales. Cette quantité définit selon nous la « corrosivité potentielle ». Elle n'a qu'une valeur comparative ;

colonne 6 le pourcentage des extraits primitifs ayant précipité après ébullition en présence de limaille ;

colonne 7 le fer solubilisé (en gammas) trouvé dans la solution après ébullition. Aucune conclusion ne doit être tirée des résultats inscrits dans cette colonne sans les réserves précédemment formulées.

TABLEAU 5

| Extraits de                 | 1    | 2   | 3     | 4    | 5   | 6    | 7   |
|-----------------------------|------|-----|-------|------|-----|------|-----|
| <i>T. utilis</i> 10.748     | 22,8 | 0,0 | 1.430 | 62,7 | 970 | 29,8 | 976 |
| <i>T. utilis</i> 10.749     | 18,4 | 0,0 | 803   | 43,6 | 546 | 7,1  | 189 |
| <i>T. densiflora</i> 11.284 | 19,3 | 0,0 | 1.320 | 68,4 | 897 | 19,7 | 122 |
| <i>T. densiflora</i> 11.287 | 14,0 | 0,0 | 508   | 36,3 | 345 | 2,8  | 0   |

A 45°, aucune précipitation des extraits n'est observée. Les « corrosivités potentielles » ne sont pas affectées d'une erreur par défaut. D'après le classement que nous avons adopté (7), ces corrosivités potentielles sont très faibles ou faibles. A titre comparatif, signalons que, dans les mêmes conditions expérimentales, la corrosivité potentielle du Doussié (bois très corrosif) atteint 13.000 ; celle du Teck d'Asie (bois non corrosif) ne dépasse pas

1.100. De même, celle de l'Abortzok (bois non corrosif) est inférieure à 1.000. Aucune différence ne peut être mise en évidence entre les deux espèces de *Tarrietia*. La corrosivité des extraits varie autant d'un arbre à l'autre que d'une espèce à l'autre.

Mais il ne faut pas oublier que le contact avec le fer ou ses ions développe rapidement sur les *Tarrietia* une couleur noire. Ce phénomène est sans grande signification au point de vue chimique. Les utilisateurs des Niangon et des Ogoué ne doivent cependant pas le négliger.

A l'ébullition, une fraction variable des extraits précipite. La diminution considérable de la quantité de fer trouvée en solution prouve qu'il y a combinaison des extraits avec les ions fer, combinaison qui précipite à l'ébullition. Mais une précipitation du fer à partir de la solution peut parfaitement avoir lieu à l'ébullition sans que de l'extrait organique précipite simultanément. Ce cas a été observé avec l'Abortzok, l'Azobé, le Teck d'Asie. L'essai à l'ébullition permet donc simplement de mettre en évidence, dans certains cas, la formation d'une combinaison insoluble des extraits avec le fer. De semblables combinaisons ont déjà été mises en évidence par une autre méthode (8).

**EXTRAITS AQUEUX TOTAUX.** Ce sont les extraits obtenus par extraction à l'eau bidistillée bouillante pendant sept heures à reflux : 2 g de poudre de bois d'humidité connue et 450 ml d'eau. Toutes les déterminations des taux d'extrait portent naturellement sur une partie aliquote des solutions prélevée à chaud pour éviter toute précipitation par refroidissement. On opère comme précédemment avec 200 ml de solution, l'attaque de la limaille s'effectuant en deux phases, l'une à 45° et l'autre à l'ébullition. Au cas où la solution témoin précipiterait en partie à 45°, sera comptée comme précipitation due au fer la différence entre les taux de précipitation de la liqueur d'essai et de la liqueur témoin. Nos résultats sont portés tableau 6 avec les mêmes conventions que pour le tableau 5.

TABLEAU 6

| Extraits de                 | 1    | 2    | 3     | 4     | 5     | 6    | 7     |
|-----------------------------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| <i>T. utilis</i> 10.748     | 28,2 | 17,7 | 2.280 | 80,8  | 2.786 | 0,0  | 3.369 |
| <i>T. utilis</i> 10.749     | 27,0 | 21,1 | 1.960 | 72,6  | 2.397 | 21,1 | 91    |
| <i>T. densiflora</i> 11.284 | 32,8 | 52,0 | 3.609 | 110,0 | 4.413 | 8,8  | 3.088 |
| <i>T. densiflora</i> 11.287 | 27,6 | 0,0  | 1.203 | 43,6  | 1.471 | 2,9  | 312   |

On est frappé par le manque de définition chimique des *Tarrietia*. A 45°, le taux de précipitation des extraits varie de 0 à 52 % selon l'échantillon, sans qu'une différence puisse être établie entre les deux espèces. Dans le cas du *T. utilis* 10.748, les extraits ayant précipité à 45° se sont redissous à

l'ébullition. Comme cette dernière peut avoir provoqué une attaque supplémentaire de la limaille, le chiffre inscrit colonne 7 n'est pas une valeur minimum. Comparativement à celle que fournirait l'Ebaé (23.000 gammas) à partir de 28,7 mg d'extraits, et malgré une précipitation à l'ébullition de 40,1 % (9), on voit que la corrosivité à l'ébullition des extraits totaux de cet échantillon ne saurait inquiéter.

Les extraits du *T. utilis* 10.749 qui ont précipité dans la proportion de 21,1 % à 45° ne se dissolvent pas à l'ébullition. Aucune fraction nouvelle d'extrait ne précipite. Cependant le fer disparaît pratiquement de la solution et précipite donc sans être combiné à un radical organique.

La plus grande partie des extraits de *T. densiflora* 11.284, qui ont précipité à 45° dans la proportion de 52 %, se redissout à l'ébullition. C'est pourquoi la quantité de fer trouvée dans la solution (après ébullition) n'est pas négligeable. Mais cette quantité ne présente pas de valeur inquiétante.

Quant au fer présent dans la solution des extraits de *T. densiflora* 11.287 après attaque à 45°, il précipite à l'ébullition sans que la précipitation des extraits soit notable.

**REMARQUE.** On s'est demandé si ces différences de comportement pouvaient être attribuées à des différences de pH avant ébullition. On a inscrit tableau 7 les pH des solutions après attaque à 45°, c'est-à-dire avant l'ébullition, et après celle-ci.

TABLEAU 7

| Extrait de                     | pH avant | pH après |
|--------------------------------|----------|----------|
| <i>T. utilis</i> 10.748 .....  | 6,90     | 6,45     |
| <i>T. utilis</i> 10.749 .....  | 6,70     | 7,35     |
| <i>T. densiflora</i> 11.284 .. | 6,10     | 6,58     |
| <i>T. densiflora</i> 11.287 .. | 6,25     | 6,65     |

Il est impossible de faire un rapprochement entre les valeurs et les variations du pH d'une part, et les précipitations observées d'autre part.

La conclusion de cet essai sera que les extraits totaux des *Tarrielia* ne manifestent aucune dan-

gereuse corrosivité; mais que les *Tarrielia* apparaissent de plus en plus comme dépourvus de définition chimique.

### Test III.

L'action destructrice pouvant éventuellement être exercée par les ions fer ou le métal lui-même risque de ne pas être mise suffisamment en évidence au cours du test I (état des bois). En effet, la concentration de ces ions ne dépasse pas 2,5 mg dans 100 ml. C'est pourquoi, le test III porte cette concentration à 1.000 mg.

Ses résultats sont inscrits tableau 8. On a noté en % du bois primitif anhydre, les pertes de poids subies par l'échantillon témoin, et par l'échantillon d'essai après contact à 45° avec la solution de Fe<sup>++</sup>. Dans le cas de l'essai, cette perte est comptée nette, le fer (estimé conventionnellement Fe) contenu dans l'échantillon ayant été déduit. On a noté ces mêmes pertes de poids après les extractions et les traitements oxaliques.

Les mêmes déterminations ont été effectuées après avoir fait suivre l'attaque à 45° par une attaque à l'ébullition.

A 45°, les différences observées entre témoins et essais sont sans grande signification. Après ébullition, il est certain que *T. utilis* 10.748 s'est beaucoup moins bien comporté au cours du traitement oxalique que les autres échantillons. La perte de poids subie est considérable comparée à celle subie par le témoin.

**ETAT DES BOIS.** Les échantillons sont étudiés après attaque à 45° et après attaque à l'ébullition. Ils ont subi après ces attaques l'extraction aux solvants organiques, à l'eau bouillante et le traitement par la solution oxalique. Le tableau 9 consigne :

l'augmentation  $\Delta S$  (en valeur absolue) de l'extrait à la soude du bois récupéré par rapport à celui du bois témoin ;

la perte de poids (en % du bois primitif anhydre) subie après tous les traitements, extraction à la soude comprise.  $\Delta P(T)$  et  $\Delta P(Fe^{++})$  représentent ces pertes totales pour le bois témoin et pour le bois

TABLEAU 8

| Echantillon et no.             | Perte de poids % |       |             |       | Perte de poids % |       |             |       |
|--------------------------------|------------------|-------|-------------|-------|------------------|-------|-------------|-------|
|                                | Après 45°        |       | Après oxal. |       | Après ébull.     |       | Après oxal. |       |
|                                | Témoin           | Essai | Témoin      | Essai | Témoin           | Essai | Témoin      | Essai |
| <i>T. utilis</i> 10.748 .....  | 0,84             | 0,00  | 7,14        | 6,63  | 2,51             | 2,33  | 7,38        | 13,26 |
| <i>T. utilis</i> 10.749 .....  | 1,27             | 1,43  | 5,15        | 5,45  | 2,44             | 4,50  | 5,66        | 8,88  |
| <i>T. densiflora</i> 11.284 .. | 1,59             | 2,66  | 18,67       | 15,94 | 3,68             | 3,09  | 19,22       | 18,54 |
| <i>T. densiflora</i> 11.287 .. | 0,75             | 1,00  | 11,67       | 12,16 | 2,80             | 3,20  | 13,82       | 15,36 |

TABLEAU 9

| Echantillon et no.                | Après attaque à 45° |               |                     | Après attaque à l'ébull. |               |                     |
|-----------------------------------|---------------------|---------------|---------------------|--------------------------|---------------|---------------------|
|                                   | $\Delta S$          | $\Delta P(T)$ | $\Delta P(Fe^{++})$ | $\Delta S$               | $\Delta P(T)$ | $\Delta P(Fe^{++})$ |
| <i>T. utilis</i> 10.748 .....     | 4,6                 | 24,4          | 28,9                | 8,9                      | 25,1          | 36,9                |
| <i>T. utilis</i> 10.749 .....     | 4,2                 | 21,9          | 26,2                | 6,6                      | 22,0          | 30,7                |
| <i>T. densiflora</i> 11.284 ..... | 1,7                 | 38,5          | 37,9                | 6,1                      | 39,1          | 43,5                |
| <i>T. densiflora</i> 11.287 ..... | 2,9                 | 30,4          | 33,3                | 4,9                      | 32,1          | 37,5                |

ayant été en contact avec la solution de chlorure ferreux, soit à 45°, soit à l'ébullition.

Il ne faut pas trop s'attacher aux valeurs absolues des pertes de poids. Elles comprennent en effet les taux d'extraits très variables selon les échantillons. Il faut comparer les résultats obtenus avec l'échantillon témoin et l'échantillon d'essai. Ces résultats montrent :

a) qu'à 45°, les différences observées sont sans grande signification. Le comportement des quatre échantillons est satisfaisant ;

b) qu'à l'ébullition, *T. utilis* semble moins résistant que *T. densiflora*. Le comportement de l'échantillon 10.748 est peu satisfaisant. Il se classerait entre l'Ayous (bois peu résistant) et l'Abortzok (bois résistant).

Les analyses confirment notre suggestion. Les différences entre les teneurs en pentosanes des échantillons témoins et des échantillons d'essais récupérés soit après attaque à 45° (suivie ou non d'une attaque à la soude), soit après attaque à l'ébullition (suivie ou non d'une attaque à la soude) ne sont significatives que dans le cas de *T. utilis*. Exemples :

Pour *T. utilis* 10.748 après attaque à l'ébullition et extraction à la soude, pentosanes du témoin 13,4 % ; de l'essai 6,9 %. Dans les mêmes conditions, pour *T. utilis* 10.749, pentosanes du témoin 13,2 % ; de l'essai 9,8 %.

Les résultats du test III sont en faveur des deux échantillons étudiés de *T. densiflora*, nettement supérieurs à ceux de *T. utilis*.

#### ESSAIS SUR *TARRIETIA* TOTALEMENT EXTRAITS

Bien que les extraits aqueux des *Tarrietia* soient peu corrosifs, on a répété les tests I et III sur les mêmes échantillons extraits aussi complètement que possible à l'eau bouillante et aux solvants organiques. Il est utile de vérifier si les seuls extraits sont responsables de la dissolution du fer. En outre, nous avons constaté que les extraits de certaines essences jouent un rôle protecteur vis-à-vis de l'action destructrice de certaines solutions de cations (sulfate de cuivre, nitrate d'aluminium).

##### Test I.

Les résultats sont inscrits tableau 3 bis, avec les mêmes conventions que pour le tableau 3.

A 45°, malgré les extractions préalables, une très faible quantité de fer fut solubilisée. Elle est du même ordre de grandeur qu'avec les bois bruts. Ce résultat confirme la très faible corrosivité des extraits dont l'absence ou la présence est à ce point de vue sans effet, et le fait déjà signalé par nous (10) que certains bois (Ex. Doussié, Tali), même extraits aussi totalement que possible, possèdent vis-à-vis de la limaille au cours du test I une corrosivité qui peut atteindre 400 à 500 gammas par gramme de bois.

A l'ébullition, les quantités solubilisées de fer sont très inférieures à celles qui furent observées au

cours du test I. Dans le cas de ce dernier en effet, les extraits totaux étaient mis en liberté. Cette corrosivité observée avec des échantillons préalablement extraits peut surprendre. Nous l'avons déjà observée avec de nombreux bois extraits. Elle était minimum avec l'Abortzok (272 gammas par gramme de bois) et maximum avec le Teck d'Afrique (2.103). Comme nous l'avons souligné, les constatations faites à l'ébullition sont sans portée pratique pour la plupart des utilisations des bois. Mais, à titre comparatif, nous dirons que les *Tarrietia* sont inférieurs à l'Abortzok ; on peut les comparer à l'Azobé.

Les échantillons récupérés après traitement oxalique et les témoins ont des extraits à la soude dont les différences sont sans signification. Aucune attaque du bois ne peut être mise en évidence.

TABLEAU 3 bis

| Echantillon et n°           | Après 10 j à 45°<br>Fer solubilisé | Après ébullition<br>Fer solubilisé |
|-----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <i>T. utilis</i> 10.748 ... | 250                                | 782                                |
| <i>T. utilis</i> 10.749 ... | 490                                | 886                                |
| <i>T. densiflora</i> 11.284 | 114                                | 1.382                              |
| <i>T. densiflora</i> 11.287 | 132                                | 460                                |



### Test III.

Les résultats sont portés tableau 8 bis analogue au tableau 8 et avec les mêmes conventions.

En principe, les pertes de poids devraient être nulles avant le traitement par la solution oxalique. Les très faibles valeurs observées pour les témoins sont dues au fait qu'un bois n'est jamais idéalement extrait. Ce fait a été signalé par d'autres que nous. Le traitement oxalique entraîne souvent une légère perte de poids, trop faible pour influencer les résultats des analyses classiques. Mais il ne faut tirer de conclusions que de la comparaison des essais et des témoins.

A 45°, les différences observées sont sans signification. L'action de la solution de chlorure ferreux est négligeable. Il en était de même avec les bois

bruts. A l'ébullition, *T. densiflora* a perdu la supériorité qu'il montrait à l'état brut. Sans être sensible, l'attaque des quatre échantillons n'est pas nulle. Mais si les extraits à la soude sont satisfaisants, nous pourrions considérer que les *Tarrietia* résistent bien à l'action des ions fer. Le tableau 9 bis analogue au tableau 9 répond à cette question.

Comme dans le cas des échantillons bruts, aucune variation des taux d'extraits ne dépasse 5 à 45°. Mais les pertes totales  $\Delta P(T)$  et  $\Delta P(Fe^{++})$  sont plus significatives comme nous l'avons souligné précédemment. Les différences entre ces valeurs ne sont pas assez fortes pour révéler une attaque du bois, sauf peut-être dans le cas de *T. utilis* 10.749. Mais à l'ébullition, il est certain que *T. utilis* fut plus attaqué que *T. densiflora*.

TABLEAU 8 bis

| Echantillon et n°                 | Perte de poids % |       |             |       | Perte de poids % |       |             |       |
|-----------------------------------|------------------|-------|-------------|-------|------------------|-------|-------------|-------|
|                                   | Après 45°        |       | Après oxal. |       | Après ébull.     |       | Après oxal. |       |
|                                   | Témoin           | Essai | Témoin      | Essai | Témoin           | Essai | Témoin      | Essai |
| <i>T. utilis</i> 10.748 .....     | 0,36             | 0,00  | 2,39        | 3,00  | 0,77             | 2,05  | 4,97        | 5,23  |
| <i>T. utilis</i> 10.749 .....     | 0,00             | 0,00  | 1,63        | 2,79  | 0,84             | 1,87  | 2,00        | 5,66  |
| <i>T. densiflora</i> 11.284 ..... | 0,20             | 0,00  | 0,55        | 1,13  | 0,44             | 0,95  | 2,25        | 4,68  |
| <i>T. densiflora</i> 11.287 ..... | 0,68             | 0,00  | 2,06        | 2,95  | 2,06             | 2,47  | 3,26        | 5,60  |

TABLEAU 9 bis

| Echantillon et n°                 | Après attaque à 45° |               |                     | Après attaque à l'ébull. |               |                     |
|-----------------------------------|---------------------|---------------|---------------------|--------------------------|---------------|---------------------|
|                                   | $\Delta S$          | $\Delta P(T)$ | $\Delta P(Fe^{++})$ | $\Delta S$               | $\Delta P(T)$ | $\Delta P(Fe^{++})$ |
| <i>T. utilis</i> 10.748 .....     | 2,5                 | 22,8          | 25,7                | 6,3                      | 24,5          | 30,7                |
| <i>T. utilis</i> 10.749 .....     | 4,7                 | 20,4          | 26,0                | 8,5                      | 22,3          | 33,7                |
| <i>T. densiflora</i> 11.284 ..... | 1,7                 | 25,5          | 27,6                | 3,7                      | 28,4          | 33,7                |
| <i>T. densiflora</i> 11.287 ..... | 3,6                 | 20,4          | 23,6                | 5,6                      | 22,8          | 24,3                |

### COMPARAISON ENTRE BOIS BRUTS ET BOIS EXTRAITS

Une comparaison entre les valeurs inscrites tableaux 8 et 8 bis d'une part, et tableaux 9 et 9 bis d'autre part ne serait pas rigoureuse, car les résultats des tableaux 8 et 9 sont rapportés à 100 p de bois brut, et ceux des tableaux 8 bis et 9 bis à 100 p de bois totalement extrait. Nous négligerons les tableaux concernant les pertes de poids, car ils ne tiennent pas compte de la qualité (solubilité dans la soude) de l'échantillon récupéré après traitement oxalique. Nous nous attacherons donc aux tableaux 9 et 9 bis.

Nous estimons que la différence  $\Delta P(Fe^{++}) - \Delta P(T)$  entre la perte de poids totale (après extraction à la soude) subie par l'échantillon d'essai d'une part, et par l'échantillon témoin d'autre part, traduit le

mieux possible une attaque éventuelle du bois. Pour que les résultats soient comparables dans le cas des bois préalablement extraits et dans ceux des bois bruts, on a rapporté les différences observées avec ces derniers à 100 p de la « substance ligneuse » qu'ils renferment. Nous entendons par ce terme le bois privé de tous ses extraits dont les taux ont été déterminés. Notre comparaison est inscrite tableau 10.

A 45°, aucune différence n'apparaît vraiment entre le comportement de la « substance ligneuse » du bois brut et celle du bois extrait. On ne peut distinguer entre les deux espèces de *Tarrietia*. Il n'en est pas de même à l'ébullition. *T. densiflora* est nettement supérieur à *T. utilis*.

TABLEAU 10

| Echantillon et n°                 | $\Delta P(Fe^{++}) - \Delta P(T)$<br>Après attaque à 45° |          | $\Delta P(Fe^{++}) - \Delta P(T)$<br>Après attaque à l'ébull. |          |
|-----------------------------------|--|----------|---|----------|
|                                   | B. brut  | B. extr. | B. brut   | B. extr. |
| <i>T. utilis</i> 10.748 .....     | 4,7  | 2,9      | 12,4  | 6,2      |
| <i>T. utilis</i> 10.749 .....     | 4,5  | 5,6      | 9,0   | 11,4     |
| <i>T. densiflora</i> 11.284 ..... | 0,0  | 2,1      | 5,2   | 5,3      |
| <i>T. densiflora</i> 11.287 ..... | 3,2  | 3,2      | 5,9   | 1,5      |

## CONCLUSION

Les essais à l'ébullition contribuent à fournir des données supplémentaires. Mais en vue d'une utilisation pratique, nous pensons qu'il faut d'abord prendre en considération les résultats obtenus à 45°.

Le test I (action de la poudre de bois sur la limaille) ne met en évidence aucune corrosivité significative. Les *Tarrietia* sont voisins de l'Abortzok, bois non corrosif. Aucune différence n'apparaît entre *T. utilis* et *T. densiflora*. Après essai, les quatre échantillons ont fait preuve d'une bonne résistance à la soude. Cette résistance est voisine de celle de l'Abortzok, bois très résistant. Aucune différence marquée entre les Niangon et les Ogoûé.

Le test II (action sur la limaille des extraits préalablement isolés) prouve que la corrosivité des extraits obtenus à 45° est faible. Elle varie selon les échantillons étudiés de 36 à 63 mg de fer dissous par gramme d'extrait. Signalons que pour trente espèces déjà étudiées, cette valeur s'élève jusqu'à 415 dans le cas de l'Angoeyen (bois corrosif). Rapportée à un gramme de bois, cette corrosivité (corrosivité potentielle) demeure faible pour les

*Tarrietia* : de 345 à 970 gammas. La gamme correspondante établie par nous s'étend de quelques centaines pour les bois non corrosifs jusqu'à 17.000 (Angoeyen). Ces chiffres permettent de situer les *Tarrietia*.

A 45°, aucune différence n'apparaît entre les deux espèces.

A l'ébullition des différences apparaissent dans le comportement des échantillons, et surtout de leurs extraits. Leur corrosivité demeure sans danger. Mais le test III montre que *T. utilis* résiste moins bien que *T. densiflora*. Cette constatation ne vaut que pour les échantillons étudiés, et il serait imprudent de généraliser. Et cela d'autant plus que les *Tarrietia* sont très mal définis au point de vue chimique. Que cette mauvaise définition puisse réserver des surprises dans l'emploi de certains échantillons ne doit pas être exclue.

Une chose est certaine : la formation rapide d'une couleur noire quand le bois est au contact du fer ou de l'un de ses sels. Cette couleur, qui apparaît même avec les échantillons extraits, est sans danger pour le métal et pour le bois.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) Analyse chimique des bois tropicaux. Editions C.T.F.T., 1954 et 1959.
- (2) Méthodes statistiques dans l'industrie papetière. Editions du Centre Technique de l'Industrie des Papiers, Cartons et Celluloses, 1964.
- (3) Cité par J. DUFRÉNOY. *Annales des Epiphyties et de Phylogénétique*, 1936, I, 147.
- (4) J. SAVARD, A. M. ANDRÉ et L. CAUMARTIN. *Bois et Forêts des Tropiques*, 1963, n° 91, 41.
- (5) J. SAVARD, L. CAUMARTIN et C. LAMBERT. *Bois et Forêts des Tropiques*, 1966, n° 106, 41.
- (6) J. SAVARD, L. CAUMARTIN et C. LAMBERT. *Bois et Forêts des Tropiques*, 1965, n° 99, 33.
- (7) (8) (9) et (10). Id.

