

# STRUCTURE ANATOMIQUE DE QUELQUES BOIS D'ALLUMETTES

par P. DÉTIENNE

*Chef du laboratoire d'Anatomie du C.T.F.T.*

## SUMMARY

### ANATOMIC STRUCTURE OF MATCHWOOD

*The observation of matchsticks from numerous countries throughout the world shows that, besides Poplar which is the most widely used species in temperate areas, woods belonging to 14 other genera are currently used. The study of their structures does not show any particular anatomic characteristics specific to matchwood, the selection criteria for this use are : peeling, grain, stability during drying, strength property, flammability, colour, etc.*

## RESUMEN

### ESTRUCTURA ANATOMICA DE ALGUNAS MADERAS PARA FOSFOROS

*La observación de fósforos procedentes de numerosos países demuestra que, además del álamo, que es la especie más utilizada en las regiones de clima templado, se emplean también corrientemente maderas procedentes de otros catorce géneros botánicos. El estudio de su estructura no permite evidenciar caracteres anatómicos particulares propios de las maderas para fósforos : los criterios de selección de las maderas para esta aplicación son el desenrollado, la dirección del hilo, la estabilidad durante el secado, la resistencia mecánica, la inflamabilidad, el color, etc.*

L' allumette, produit très courant et banal, ne peut cependant pas être taillée dans n'importe quel bois. L'essence fournissant la matière première doit être relativement abondante ou doit pouvoir se régénérer facilement et croître rapidement jusqu'à un diamètre d'au moins 40 cm en gardant un tronc de forme impeccable. Puis, chaque opération nécessaire pour transformer un billot de bois en allumettes exige une ou plusieurs qualités particulières du matériau : le déroulage demande un bois relativement tendre mais aux fibres ayant une très bonne cohésion entre elles, le tranchage un bois de fil rigoureusement droit, la mise en râtelier nécessite un bois ne se déformant pas lors du séchage afin d'éviter les enrayements des machines. Il faut,

en outre, que le bois soit assez facilement imprégnable et que, de plus, il puisse retenir la « tête » de l'allumette. Il faut aussi que le bois soit facilement inflammable, qu'il ne se consume pas trop rapidement, que la flamme soit facile à éteindre et que le petit morceau de bois de 4 mm<sup>2</sup> de section soit mécaniquement assez résistant pour ne pas casser lors du frottement de l'allumage. Enfin, à ces qualités requises, il faut ajouter des critères de sélection esthétiques : la couleur blanche ou bien une couleur très pâle, pouvant être éventuellement éclaircie, et un grain fin. Dans le monde, plusieurs essences fournissent du bois répondant le mieux possible à ces exigences variées. Mais, leurs bois ont-ils de plus, en commun, certaines particularités de structure anatomique ?

## MATÉRIEL UTILISÉ

Dans la littérature, le nombre d'essences mentionnées pour leur aptitude à la fabrication d'allumettes est élevé. Pour ne citer qu'un exemple (E. BOLZA et W. G. KEATING, 1972), 59 espèces locales et 12 introduites (soit 41 + 6 genres botaniques différents) pourraient être utilisées sur le continent africain. Il est hors de

question de faire ici une étude exhaustive des essences préconisées car il semble qu'un certain nombre de celles-ci n'ait aucun avenir pour cette utilisation : *Antiaris africana* et *Lannea welwitschii*, par exemple, ont un contrefil trop important ; de plus, la deuxième espèce est peu imprégnable et les différents *Eucalyptus* cités ne sont

certainement pas un matériel excellent quand on sait que les Australiens utilisent surtout des allumettes en peuplier.

L'étude présente se limite donc à des essences qui sont réellement utilisées pour cet emploi car elles ont été

identifiées dans des boîtes d'allumettes de différents pays. Hormis le PEUPLIER (*Populus × canadensis* Moench est le plus utilisé), trouvé dans les boîtes européennes, tunisiennes, australiennes et les boîtes de luxe des pays tropicaux, les essences rencontrées sont les suivantes :

### ESSENCES UTILISÉES POUR LA FABRICATION D'ALLUMETTES

KAPOKIER POUO	<i>Bombax costatum</i> Pellegr. et Vuill. <i>Funtumia africana</i> Stapf.	Sénégal Côte-d'Ivoire et Cameroun
YEMANE OBECHE UMWUNGO SEMUL THONG	<i>Gmelina arborea</i> L. <i>Triplochiton scleroxylon</i> K. Schum. <i>Polyscias fulva</i> Harms <i>Bombax ceiba</i> L. <i>Pinus merkusii</i> Jungh. et de Vries	Nigeria Nigeria et Niger Rwanda Inde et Singapour Vietnam et Indonésie Chine Japon Malaisie Malaisie et Philippines Malaisie Brésil Brésil Brésil Brésil
TILLEUL D'ASIE SAWAGURUMI TERENTANG SESENDOK	<i>Tilia aff. mandshurica</i> Rupr. et Max. et <i>T. aff. megaphylla</i> Nak. <i>Pterocarya rhoifolia</i> Sieb. et Zucc. <i>Camposperma auriculata</i> (Bl.) Hook. f. <i>Endospermum malaccense</i> Muell. Arg., <i>E. medullosum</i> Smith, <i>E. peltatum</i> Merr. <i>Dyera costulata</i> Hook. f., <i>D. lowii</i> Hook. f. <i>Parahancornia fasciculata</i> (Poir.) Benoist <i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire <i>Araucaria angustifolia</i> O. Ktze. <i>Pinus elliotii</i> Engelm	
JELUTONG AMAPA MOROTOTO PIN DE PARANA SLASH PINE		



# STRUCTURE ANATOMIQUE DES BOIS

## ■ *BOMBAX* (KAPOKIER et SEMUL)

Le bois parfait, de couleur blanc jaunâtre à beige, tendre et léger (densité comprise entre 0,30 et 0,40), n'est pas distinct de l'aubier. Le grain est grossier ; la maille relativement large est peu distincte ; le fil est généralement droit et du contrefil, si présent, est toujours faible. Des bandes concentriques de canaux traumatiques remplis de résine brune sont parfois présentes dans certains arbres.

Les pores sont disséminés, isolés ou accolés radialement par 2-3-(4) et, moins fréquemment, radialement par 2 ou 3, très larges (leur diamètre moyen est compris entre 200 et 300  $\mu\text{m}$ ) et rares (1 ou 2 par  $\text{mm}^2$ ). Les éléments vasculaires, longs de 370 à 470  $\mu\text{m}$ , ont des perforations uniques et leurs ponctuations intervasculaires rangées en quinconce ont un diamètre de 12 à 15  $\mu\text{m}$ . Le parenchyme est disposé en courtes chaînettes unisériées alternant régulièrement avec une ou deux rangées de fibres. Les files de cellules sont étagées et composées de 4 éléments en général. De rares cellules peuvent contenir des cristaux solitaires. Les rayons, au nombre de 3 à 5 par mm et en majorité non étagés (seuls les plus petits étant insérés dans les étages), sont hauts de 2 à 5-(7) étages, soit 800 à 1 300  $\mu\text{m}$  en moyenne, et larges de 2 à 5-(7) cellules, soit 75 à 110  $\mu\text{m}$ . Leur structure est hétérogène : cellules couchées au centre avec des cellules carrées et légèrement dressées en bordure et sur 1 à 3-(5) rangées aux extrémités. Les ponctuations radiovasculaires, de forme ronde à ovale, sont à peine plus grosses que les intervasculaires. Des cristaux sont sporadiquement présents dans des cellules carrées ou dressées. Les fibres à ponctuations simples sont, en moyenne, longues de 1 500 à 1 850  $\mu\text{m}$ , larges de 35 à 40  $\mu\text{m}$  et leurs parois (2 p.) sont épaisses de 10 à 14  $\mu\text{m}$ . La valeur de leur pouvoir feutrant est comprise entre 40 et 50, celle de leur coefficient de souplesse entre 60 et 70.

## ■ *CAMPNOSPERMA* (TERENTANG)

Le bois parfait de couleur rose grisâtre, tendre et léger (densité comprise entre 0,38 et 0,48), est peu distinct de l'aubier blanc-gris. Le grain est fin ; la maille petite est cependant bien visible par sa teinte foncée ; du contrefil, jamais très fort, est souvent présent.

Les pores sont disséminés, isolés ou accolés radialement par 2 ou 3, de taille moyenne (110-150  $\mu\text{m}$ ) et au nombre de 15 à 20 par  $\text{mm}^2$ . Les éléments vasculaires, longs de 900 à 1 150  $\mu\text{m}$ , ont des perforations en majorité uniques, quelques-unes étant scalariformes avec 10 à 25 barreaux fins et serrés ; les ponctuations intervasculaires ont des aréoles plus ou moins circulaires de 9-10  $\mu\text{m}$  de diamètre et des orifices en fente. Le parenchyme est absent. Les rayons, au nombre de 4 à 7 par mm, en majorité 2-sériés, sont, en moyenne, hauts de 530 à 680  $\mu\text{m}$  et larges de 20 à 30  $\mu\text{m}$ . Leur structure est hétérogène : cellules couchées au centre et 1 à 4 rangées

de cellules carrées et dressées aux extrémités. Les ponctuations radiovasculaires sont rondes, ovales ou allongées dans les cellules couchées, très étirées en balafres horizontales dans les cellules terminales. Quelques rayons, relativement rares, renferment un canal d'environ 100-150  $\mu\text{m}$  de diamètre les déformant. Les fibres, cloisonnées et à ponctuations simples sont, en moyenne, longues de 1 350 à 1 550  $\mu\text{m}$ , larges de 33 à 39  $\mu\text{m}$  et leurs parois (2p) sont épaisses de 8 ou 9  $\mu\text{m}$ . La valeur de leur pouvoir feutrant est d'environ 40, celle de leur coefficient de souplesse se situe entre 70 et 80.

## ■ *DYERA* (JELUTONG)

Le bois parfait, de couleur blanc jaunâtre un peu lustré, tendre et léger (densité comprise entre 0,35 et 0,50), n'est pas distinct de l'aubier. Le grain apparaît moyennement fin sur dosse mais plutôt grossier sur quartier ; la maille fine est peu distincte ; le fil est souvent droit, parfois très légèrement contrefilé, plus rarement ondulé. Des alvéoles à laticifères isolées ou en groupe apparaissent sporadiquement comme de gros trous radiaux de forme lenticulaire (5-15 mm  $\times$  1-3 mm).

Les pores, disséminés, donnent l'impression d'être disposés en courtes files radiales à cause de leurs fréquents accolements par 2-4-(6) dans le sens radial. Ils sont moyennement gros (140 à 170  $\mu\text{m}$ ) et peu nombreux (4 à 6 par  $\text{mm}^2$ ). Les éléments vasculaires, à perforations uniques, sont longs de 950 à 1 200  $\mu\text{m}$  en moyenne ; leurs ponctuations intervasculaires sont très ornées et leurs aréoles de forme légèrement hexagonale ont environ 7  $\mu\text{m}$  de diamètre. Le parenchyme est disposé en petites chaînettes unisériées assez régulièrement espacées sauf, de temps à autre, lorsque la distance qui les sépare devient entre elles plus grande (environ 150  $\mu\text{m}$ ) et dessine une bande fibreuse à allure de limite d'accroissement. Les files de cellules sont composées de 4 à 8 éléments dont les ponctuations sont typiquement groupées par 4 à 8 sur les parois radiales. Les rayons, au nombre de 6 ou 7 par mm, en majorité 2-sériés, sont hauts de 550 à 700  $\mu\text{m}$  en moyenne, et larges de 30 à 40  $\mu\text{m}$ . Leur structure est hétérogène : cellules couchées au centre (partie 2-sériée) et 1 à 6 rangées de cellules carrées ou faiblement dressées aux extrémités. Les ponctuations radiovasculaires sont identiques en taille aux intervasculaires. Certains rayons, très rares à fréquents selon les endroits, renferment 1, parfois 2, gros laticifères. Les fibres à ponctuations aréolées sont, en moyenne, longues de 1 600 à 1 850  $\mu\text{m}$ , larges de 45 à 60  $\mu\text{m}$  et leurs parois (2p) sont épaisses de 12 à 14  $\mu\text{m}$ . La valeur de leur pouvoir feutrant est comprise entre 25 et 40, celle de leur coefficient de souplesse entre 70 et 80.

## ■ *ENDOSPERMUM* (SESENDOK)

Le bois parfait, de couleur blanc jaunâtre, tendre et léger (densité comprise entre 0,35 et 0,48), n'est pas

distinct de l'aubier. Le grain est moyennement grossier ; la maille n'est pas visible ; le fil est souvent mais légèrement contrefilé, rarement et faiblement ondulé.

Les pores sont disséminés, isolés ou accolés radialement par 2 à 4, gros (190-230  $\mu\text{m}$  en moyenne) et peu nombreux (1 à 3 par  $\text{mm}^2$ ). Les éléments vasculaires, à perforations uniques, sont longs de 1 100 à 1 500  $\mu\text{m}$  ; les ponctuations intervasculaires de forme légèrement hexagonale sont très grosses (de 11 à 15  $\mu\text{m}$  de diamètre). Le parenchyme est disposé en fines lignes unisériées courtes ou longues, sinueuses ou un peu onduleuses, indépendantes des pores mais souvent rattachées à eux. Les files de cellules sont composées de 6 à 10 éléments, dont certains contiennent 1 cristal ou 2 lorsqu'ils sont recloisonnés. Les rayons au nombre de 6 ou 7 par  $\text{mm}$ , en majorité 2-sériés, sont, en moyenne, hauts de 580 à 700  $\mu\text{m}$  et larges de 25 à 40  $\mu\text{m}$ . Leur structure est hétérogène : partie centrale composée de cellules couchées et extrémités unisériées, parfois longues, formées de 1 à 7 rangées de cellules carrées et dressées. Les ponctuations radiovasculaires ont sensiblement la même taille que les intervasculaires. Des cristaux sont sporadiquement présents dans les cellules carrées et dressées. Les fibres à ponctuations simples sont, en moyenne, longues de 2 000 à 2 500  $\mu\text{m}$ , larges de 50-60  $\mu\text{m}$  et leurs parois (2 p.) sont épaisses de 11-13  $\mu\text{m}$ . La valeur de leur pouvoir feutrant est de l'ordre de 40, celle de leur coefficient de souplesse de 40-45.

#### ■ *FUNTUMIA* (POUO)

Le bois parfait de teinte blanchâtre ou blanc jaunâtre, tendre et léger (densité comprise entre 0,40 et 0,50), n'est pas distinct de l'aubier. Le grain est fin ; la maille très petite n'est pas visible ; le fil est droit.

Les pores disséminés, très souvent accolés radialement par 2 à 4, sont relativement fins (diamètre moyen de 90 à 125  $\mu\text{m}$ ) et abondants (de 10 à 20 par  $\text{mm}^2$ ). Les éléments vasculaires, à perforations uniques, sont longs de 800-900  $\mu\text{m}$  ; les ponctuations intervasculaires sont ornées et leur aréole, à contour hexagonal, a un diamètre de l'ordre de 4 ou 5  $\mu\text{m}$ . Le parenchyme, peu distinct du tissu fibreux, est disposé en très courtes chaînettes unisériées. Les files de cellules sont composées de 6 à 8 éléments dont certains, recloisonnés, contiennent 2 à 8 cristaux. Les ponctuations sont généralement groupées en amas sur les parois radiales. Les rayons, au nombre de 7 ou 8 par  $\text{mm}$ , 2-sériés, sont en moyenne hauts de 400 à 500  $\mu\text{m}$  et larges de 20-25  $\mu\text{m}$ . Leur structure est hétérogène : partie centrale bisériée composée de cellules couchées et extrémités unisériées formées de 1 à 6 rangées de cellules carrées et dressées, ces dernières étant parfois disjointes. Les ponctuations radiovasculaires sont identiques en taille aux intervasculaires. Les fibres, à ponctuations finement aréolées, sont, en moyenne, longues de 1 350 à 1 600  $\mu\text{m}$ , larges de 35 à 40  $\mu\text{m}$  et leurs parois (2 p.) sont épaisses de 10 ou 11  $\mu\text{m}$ . La valeur de leur pouvoir feutrant varie de 35 à 45, celle de leur coefficient de souplesse entre 70 et 75.

#### ■ *GMELINA* (YEMANE)

Le bois parfait, de couleur blanc-beige, n'est généralement pas distinct de l'aubier. En vieillissant il prend une teinte beige doré. La densité est le plus souvent comprise entre 0,40 et 0,50 ; le grain est moyen ; la maille fine apparaît un peu nacrée ; le contrefil est très fréquent, léger à moyen, parfois fort.

Les pores sont disséminés mais peuvent présenter une esquisse de zones semi-poreuses sur certains échantillons. Isolés ou accolés radialement par 2 ou 3, ils sont relativement gros (diamètre moyen de 160 à 220  $\mu\text{m}$ ) et peu nombreux (4 à 6 par  $\text{mm}^2$ ). Les éléments vasculaires, à perforations uniques, très rarement réticulées, sont longs de 350 à 430  $\mu\text{m}$  ; les ponctuations intervasculaires ont des aréoles relativement circulaires, de 7,5 à 9  $\mu\text{m}$  de diamètre, et des orifices souvent coalescents. Le parenchyme est peu abondant, juxtavasculaire ou en mince manchon. Les rayons, au nombre de 4 ou 5 par  $\text{mm}$ , en majorité 3- à 5-sériés, sont hauts de 300 à 350  $\mu\text{m}$  en moyenne et larges de 40 à 60  $\mu\text{m}$ . Leur structure est sub-homogène : cellules couchées au centre et une rangée de cellules presque carrées aux extrémités. Les ponctuations radiovasculaires sont identiques en taille aux intervasculaires. Les fibres, cloisonnées, à ponctuations très fines sont, en moyenne, longues de 1 150-1 250  $\mu\text{m}$ , larges de 31-35  $\mu\text{m}$  et leurs parois (2 p.) sont épaisses de 8 à 10  $\mu\text{m}$ . La valeur de leur pouvoir feutrant est comprise entre 35 et 40, celle de leur coefficient de souplesse entre 70 et 75.

#### ■ *PARAHANCORNIA* (AMAPA)

Le bois parfait, de couleur crème à beige très clair, tendre et léger (densité généralement comprise entre 0,50 et 0,60), est indistinct de l'aubier. Le grain est plutôt fin ; la maille fine est légèrement colorée ; le fil est légèrement contrefilé ou parfois droit.

Les pores, disséminés, fréquemment accolés radialement par 2 à 4, sont fins (diamètre moyen de 110-125  $\mu\text{m}$ ) et au nombre de 6 à 10 par  $\text{mm}^2$ . Les éléments vasculaires à perforations uniques, quelques-unes pouvant être « doubles », sont longs de 750 à 900  $\mu\text{m}$  ; les ponctuations intervasculaires sont ornées et leur aréole à contour circulaire à légèrement hexagonal a un diamètre de 5 à 6  $\mu\text{m}$ . Le parenchyme est disposé en chaînettes courtes à longues, sinueuses. Les files de cellules sont composées de 6 à 8 éléments dont certains, recloisonnés, contiennent des cristaux groupés par 2 à 12. Les ponctuations sont généralement groupées en amas sur les parois radiales. Les rayons, au nombre de 7 à 8 par  $\text{mm}$ , en majorité 2-sériés, sont hauts de 340-380  $\mu\text{m}$  et larges de 27 à 30  $\mu\text{m}$ . Leur structure est homogène à sub-homogène. Les ponctuations radiovasculaires sont identiques en taille aux intervasculaires. Très sporadiquement une cellule peut contenir 2 ou 4 cristaux. Les fibres à ponctuations aréolées sont, en moyenne, longues de 1 350 à 1 550  $\mu\text{m}$ , larges de 32 à 36  $\mu\text{m}$  et leurs parois (2 p.) sont épaisses de 10 à 14  $\mu\text{m}$ . La valeur de leur pouvoir feutrant

est de l'ordre de 40-45, celle de leur coefficient de souplesse est comprise entre 60 et 70.

### ■ *POLYSCIAS* (UMWUNGO)

Le bois parfait, de couleur crème ou blanc jaunâtre lustré, tendre et léger (densité en général comprise entre 0,35 et 0,45), est indistinct de l'aubier. Le grain est fin ; la maille apparaît un peu nacré ; le fil est généralement droit.

Les pores, disséminés, sont fréquemment accolés radialement par 2 à 4-(5) et parfois tangentiellement par 2. Ils sont au nombre de 8 à 15 par mm<sup>2</sup> et de taille moyenne (diamètre de 110 à 150 µm). Les éléments vasculaires à perforations uniques sont longs de 900 à 1 000 µm ; les ponctuations intervasculaires, de forme circulaire, elliptique ou allongée, sont larges de 10 à 13 µm en moyenne. Le parenchyme, rare et peu visible, se limite à quelques cellules juxtavasculaires. Les files de cellules sont composées de 3 ou 4 éléments longs. Les rayons, au nombre de 3 ou 4 par mm, sont larges de 4-5-(6) cellules, soit 60-80 µm et hauts de 500 à 700 µm. Leur structure est hétérogène : cellules couchées au centre avec des cellules carrées et dressées en bordure et sur 1, 2 ou 3 rangées aux extrémités. Les ponctuations radiovasculaires sont souvent allongées horizontalement. Les fibres à ponctuations simples sont, en moyenne, longues de 1 200 à 1 350 µm, larges de 35 à 42 µm et leurs parois (2 p.) sont épaisses de 9 à 12 µm. La valeur de leur pouvoir feutrant est comprise entre 30 et 40, celle de leur coefficient de souplesse entre 65 et 75.

### ■ *POPULUS* (PEUPLIER)

Le bois parfait blanc-crème, tendre et léger (densité le plus souvent comprise entre 0,30 et 0,40), n'est pas distinct de l'aubier. Le grain est très fin ; la maille indistincte ; le fil droit.

Les pores sont disséminés, isolés ou accolés radialement par 2 ou 3, fins (diamètre moyen de 80-100 µm) et nombreux (40-50 par mm<sup>2</sup>). Les éléments vasculaires, longs de 700 à 830 µm, ont des perforations uniques ; les ponctuations intervasculaires ont des aréoles circulaires de 9 à 11 µm de diamètre et des orifices de forme ronde relativement larges. Le parenchyme, rare, est limité à de très fines lignes marginales. Les rayons, au nombre moyen de 10 par mm, tous 1-sériés, sont hauts de 270 à 340 µm en moyenne et larges de 10-12 µm. Leur structure est homogène. Les ponctuations radiovasculaires, simples, de même taille que les intervasculaires, ne sont présentes que dans les 2, 3 ou 4 rangées terminales de cellules. Les fibres à ponctuations très fines sont, en moyenne, longues de 1 150 à 1 300 µm, larges de 32-34 µm. La valeur de leur pouvoir feutrant est comprise entre 30 et 40 et celle de leur coefficient de souplesse est de l'ordre de 75.

### ■ *PTEROCARYA* (SAWAGURUMI)

Le bois parfait de teinte blanc-beige très clair, tendre et léger (densité souvent comprise entre 0,35 et 0,45), n'est pas distinct de l'aubier. Le grain est moyennement fin ; la maille très fine, un peu nacrée, est à peine visible ; le fil est droit.

Les pores disséminés, isolés ou accolés radialement par 2-3-(4), sont de taille moyenne (140-160 µm de diamètre, les plus petits pores en fin d'accroissement n'étant pas pris en compte) et peu abondants (4 à 6 par mm<sup>2</sup>). Les éléments vasculaires, à perforations uniques, sont longs de 620 à 720 µm en moyenne ; les ponctuations intervasculaires ont des aréoles de forme légèrement hexagonale, de 10-12 µm de diamètre à orifice circulaire. Le parenchyme est visible en lignes 1-sériées marginales et, en cours d'accroissement, sous forme de longues chaînettes ou courtes lignes sinueuses, souvent rattachées à des pores. Les files de cellules sont composées de 4 à 8 éléments. Les rayons 1- et 2-sériés, au nombre de 6 à 8 par mm, sont hauts en moyenne de 300 à 450 µm et larges de 10-16 µm. Leur structure est homogène à légèrement sub-homogène. Les ponctuations radiovasculaires sont identiques en taille aux intervasculaires. Les fibres à ponctuations fines, aréolées, avec un orifice en fente sont, en moyenne, longues de 1 200 à 1 350 µm, larges de 38 à 42 µm et leurs parois (2 p.) sont épaisses de 8-9 µm. La valeur de leur pouvoir feutrant est généralement comprise entre 30 et 35, celle de leur coefficient de souplesse entre 75 et 80.

### ■ *SCHEFFLERA* (MOROTOTO)

Le bois parfait, de teinte blanc-beige clair, est indistinct de l'aubier ; sa densité, souvent comprise entre 0,40 et 0,50, peut varier de 0,30 à 0,60. Le grain est relativement fin ; la maille, teintée en marron clair, est bien visible ; le fil est très généralement droit.

Les pores sont disséminés, fréquemment accolés radialement par 2 à 4, au nombre d'environ 10 par mm<sup>2</sup> et leur diamètre moyen est compris entre 140 et 180 µm. Les éléments vasculaires, longs de 950 à 1 350 µm, ont des perforations en majorité uniques, quelques-unes étant en grille avec 1 à 6 barreaux. Les ponctuations intervasculaires ont des aréoles de forme variable, rondes, ovales à très étirées (12 à 17 µm) et des orifices larges et étirés. Le parenchyme est limité à quelques cellules juxtavasculaires. Les rayons, au nombre de 3 ou 4 par mm, 2- à 5-(6)-sériés, sont en moyenne hauts de 850-950 µm, larges de 80 à 100 µm, et leur structure est globalement sub-homogène. Les ponctuations radiovasculaires sont identiques en taille aux intervasculaires. Quelques rares rayons renferment un gros canal, de 60 à 120 µm de diamètre. Des cristaux peuvent être sporadiquement présents. Les fibres, cloisonnées, à ponctuations extrêmement fines, sont en moyenne longues de 1 550 à 1 700 µm, larges de 30 à 40 µm et leurs parois (2 p.) sont épaisses de 10 à 15 µm. La valeur de leur pouvoir feutrant est

souvent comprise entre 40 et 50, celle de leur coefficient de souplesse entre 55 et 70 mais peut atteindre 80.

### ■ *TILIA* (TILLEUL D'ASIE)

Le bois parfait, de teinte crème ou crème un peu rosé, tendre et léger (densité le plus souvent comprise entre 0,40 et 0,50), est indistinct de l'aubier. Le grain est très fin ; la maille haute d'environ 1 mm est un peu plus colorée que le fond du bois ; le fil est droit.

Les pores sont disséminés, isolés ou accolés radialement par 2 à 4, fins (diamètre moyen de 60-70  $\mu\text{m}$ ) et très nombreux (90 à 140 par  $\text{mm}^2$ ). Les éléments vasculaires, longs de 450 à 520  $\mu\text{m}$ , ont des perforations uniques et portent sur leur paroi des épaississements spirales presque horizontaux ; les ponctuations intervasculaires ont des aréoles circulaires d'environ 6  $\mu\text{m}$  de diamètre et des orifices relativement petits, de forme ronde à ovale. Le parenchyme est présent sous forme de très fines chaînettes unisériées sinueuses et de fines lignes marginales. Les files de cellules, généralement étagées, sont composées de 2 à 4 éléments. Les rayons, au nombre de 5 ou 6 par mm, apparaissent de 2 tailles : les uns 3-4-sériés longs de 800 à 1 300  $\mu\text{m}$  et larges de 25 à 30  $\mu\text{m}$  en moyenne, les autres plus petits, 1- ou 2-sériés, hauts d'environ 200  $\mu\text{m}$  en moyenne et larges de 10-12  $\mu\text{m}$ . Leur structure est homogène : cellules couchées minces et très allongées horizontalement. Les ponctuations radiovasculaires sont identiques en taille aux intervasculaires. Les fibres à ponctuations simples sont, en moyenne, longues de 1 250-1 400  $\mu\text{m}$ , larges de 35 à 40  $\mu\text{m}$  et leurs parois (2 p.) sont épaisses de 8 à 12  $\mu\text{m}$ . La valeur de leur pouvoir feutrant est comprise entre 30 et 40 et celle de leur coefficient de souplesse entre 70 et 80.

### ■ *TRIPLOCHITON* (OBECHÉ)

Le bois parfait, de couleur crème, jaunissant un peu avec le temps, tendre et léger (densité comprise entre 0,33 et 0,45), n'est pas distinct de l'aubier. Le grain est grossier ; la maille à reflets un peu nacrés est peu visible bien qu'elle soit large d'1 mm environ ; du contrefil est toujours présent mais jamais très fort.

Les pores sont disséminés régulièrement ou irrégulièrement, isolés ou accolés radialement par 2-(3), gros (200-240  $\mu\text{m}$  en moyenne), peu nombreux (1 à 3 par  $\text{mm}^2$ ), obstrués par des thyles à parois minces. Les éléments vasculaires, à perforations uniques, sont longs de 300 à 340  $\mu\text{m}$  ; les ponctuations intervasculaires ont des aréoles circulaires à légèrement hexagonales d'environ 8-9  $\mu\text{m}$  de diamètre. Le parenchyme est disposé en très courtes chaînettes unisériées très nombreuses, parfois en lignes marginales très fines. Les cellules sont étagées, fusiformes ou par 2 dans une file verticale, et renferment parfois un cristal. Les rayons, au nombre de 6 par mm, en majorité non étagés (seuls les plus petits étant inclus dans les étages), sont hauts de 1 à 4-(5) étages, soit 600 à 800  $\mu\text{m}$  en moyenne et larges de 2 à 5 cellules, soit 50 à

80  $\mu\text{m}$ . Leur structure est hétérogène : cellules couchées et cellules à allure pallissadique au centre et cellules carrées et dressées en bordure et aux extrémités. Les ponctuations radiovasculaires, circulaires, sont identiques en taille aux intervasculaires. De gros cristaux sont sporadiquement présents dans des cellules carrées ou dressées. Les fibres à ponctuations simples sont, en moyenne, longues de 1 350 à 1 600  $\mu\text{m}$ , larges de 20 à 25  $\mu\text{m}$  et leurs parois (2 p.) sont épaisses de 8 à 10  $\mu\text{m}$ . La valeur de leur pouvoir feutrant est comprise entre 60 et 70, celle de leur coefficient de souplesse entre 55 et 70.

### ■ *ARAUCARIA* (PIN DE PARANA)

Le bois parfait, de teinte beige clair, souvent avec des veines ou des plages rose orangé à rose violacé, n'est pas toujours bien distinct de l'aubier blanc crème jaunâtre. Le fil est droit ; la maille extrêmement fine, de couleur beige rose, est peu visible ; les limites d'accroissement, marquées par quelques rangées de trachéides à parois un peu plus épaisses, ne sont pas toujours distinctes.

Les trachéides sont, en moyenne, longues de 5 000 à 5 700  $\mu\text{m}$  (les plus longues peuvent dépasser 9 000  $\mu\text{m}$ ), larges de 65 à 75  $\mu\text{m}$  (maximum de 95  $\mu\text{m}$ ) et leurs parois (2 p.) sont épaisses de 15 à 18  $\mu\text{m}$ . La valeur de leur coefficient de souplesse se situe vers 75-80, celle de leur pouvoir feutrant entre 70 et 85. Leurs ponctuations, situées sur leurs parois radiales, sont disposées sur une file (aréoles plus ou moins circulaires) ou en quinconce sur 2 et parfois 3 files (aréoles légèrement hexagonales). Le diamètre des aréoles est généralement compris entre 14 et 18  $\mu\text{m}$ , celui des orifices entre 3,5 et 5,5  $\mu\text{m}$ . Le parenchyme est absent. Les rayons unisériés, de structure homogène, sont en moyenne hauts de 5 à 10 cellules (2 à 16), soit 210 à 260  $\mu\text{m}$  (de 10 à 450  $\mu\text{m}$ ) et larges de 27 à 30  $\mu\text{m}$ . Les ponctuations par champ de croisement sont au nombre de 2 à 6-(8) par champ, de taille variable, et très généralement de type cupressoïde.

### ■ *PINUS* (THONG ET SLASH PINE)

Le bois parfait, distinct de l'aubier blanc crème, a une teinte beige clair orangé, parfois plus sombre à reflets violacés au cœur des vieux *P. merkusii*. La densité, souvent comprise entre 0,55 et 0,65, peut descendre à 0,35 dans les tiges de jeunes sujets de plantation ou atteindre 0,85 dans des arbres de forêt naturelle. Le fil est droit ; la maille extrêmement fine est rarement distincte, les canaux résinifères sont gros et bien visibles ; les limites d'accroissement sont marquées par des trachéides à parois épaisses en couches très minces à très épaisses selon la provenance de l'arbre ou sa vitesse de croissance.

Les trachéides sont, en moyenne, longues de 2 700 à 2 900  $\mu\text{m}$  (*P. elliotii*), de 4 000 à 5 000  $\mu\text{m}$  (*P. merkusii*), larges de 55 à 70  $\mu\text{m}$ , et leurs parois (2 p.) sont épaisses de 10-15  $\mu\text{m}$  (*P. elliotii*) à 15-20  $\mu\text{m}$  (*P. merkusii*). La valeur de leur coefficient de souplesse est le plus souvent comprise entre 65 et 80, celle du pouvoir feutrant entre

45 et 50 dans *P. elliotii*, entre 60 et 80 dans *P. merkusii*. Leurs ponctuations, en quasi-totalité situées sur les parois radiales, sont disposées sur une file ou opposées sur 2 files. Le diamètre des aréoles est compris entre 15 et 27  $\mu\text{m}$ , celui des orifices généralement entre 6 et 8  $\mu\text{m}$ . Le parenchyme est absent. Les canaux résinifères axiaux sont en majorité situés dans la deuxième moitié de l'accroissement ; leur diamètre moyen varie de 134 à 150  $\mu\text{m}$ . Le diamètre des canaux horizontaux est plus faible, de 30 à 50  $\mu\text{m}$ . Les rayons unisériés sont, en moyenne, hauts de 5 à 10 cellules (2 à 15), soit 170-210  $\mu\text{m}$  (70-500  $\mu\text{m}$ ) et larges de 22-25  $\mu\text{m}$  (rayons sans

canaux). Leur structure est hétérogène : 1 à 3-(5) rangées de trachéides horizontales sont aux extrémités ; parfois 1 ou 2 rangées se trouvent dans le corps du rayon. Les parois internes de ces trachéides sont sub-lisses ou avec de rares et courtes dents, surtout dans le bois final (*P. merkusii*), ou avec des dents s'avancant jusqu'au tiers ou parfois à la moitié de la lumière (*P. elliotii*). Les ponctuations par champ de croisement entre les trachéides verticales et les cellules parenchymateuses de rayons sont rondes à elliptiques, 1 à 2-(4) par champ chez *P. merkusii*, 1 à 4-(6) chez *P. elliotii*, de type pinoïde, parfois vaguement de type taxodioïde.

## IDENTIFICATION DES BOIS D'ALLUMETTES

Les plans du bois les plus grands et les plus accessibles sur les tiges d'allumettes étant le tangentiel et le radial, la clé d'identification suivante ne s'appuie que sur les caractères perceptibles dans ces deux plans. Des caractères peu fréquents, nécessitant l'observation attentive d'un certain nombre de tiges pour être décelés, tels que les canaux horizontaux et les perforations des éléments vasculaires en grille de *Camposperma* et de *Schefflera*, n'ont pas été utilisés. Cependant certains caractères, bien

que pas toujours décelables sur une seule tige, tels les cristaux dans les cellules parenchymateuses et les laticifères, ont été retenus comme caractères secondaires supplémentaires. Bien sûr, comme tout système de ce type, le champ limité de cette clé ne permet d'identifier que les 15 genres botaniques qui semblent les plus utilisés dans le monde et non toutes les essences employées sporadiquement ou très récemment à partir de 1990 et, par conséquent, ignorées dans cette étude.

1 — Vaisseaux absents _____	2
— Vaisseaux présents _____	3
2 — Rayons composés de cellules parenchymateuses et de trachéides horizontales. Présence de canaux résinifères verticaux et horizontaux _____	<i>PINUS</i> (Asie, Amérique)
— Rayons composés uniquement de cellules parenchymateuses. Absence de canaux résinifères _____	<i>ARAUCARIA</i> (Amérique)
3 — Parois des vaisseaux avec des épaissements spiralés _____	<i>TILIA</i> (Asie, Amérique ?)
— Parois des vaisseaux sans épaissements signalés _____	4
4 — Ponctuations intervasculaires ornées _____	5
— Ponctuations intervasculaires non ornées _____	7
5 — Structure des rayons homogène à sub-homogène _____	<i>PARAHANCORNIA</i> (Amérique)
— Structure des rayons hétérogènes _____	6
6 — Diamètre des ponctuations intervasculaires de 4 à 5 $\mu\text{m}$ . Cristaux fréquents dans le parenchyme. Laticifères absents _____	<i>FUNTUMIA</i> (Afrique)
— Diamètre des ponctuations intervasculaires de 6 ou 7 $\mu\text{m}$ . Cristaux absents. Laticifères présents dans certains rayons _____	<i>DYERA</i> (Asie)
7 — Fibres cloisonnées fréquentes _____	8
— Fibres cloisonnées absentes _____	10
8 — Diamètre des ponctuations intervasculaires de 12 à 16 $\mu\text{m}$ _____	<i>SCHEFFLERA</i> (Amérique)
— Diamètre des ponctuations intervasculaires de 8 à 10 $\mu\text{m}$ _____	9
9 — Rayons en majorité 2-sériés, de structure hétérogène. Ponctuations radiovasculaires très allongées, en balafré _____	<i>CAMPNOSPERMA</i> (Asie)
— Rayons 3-5-sériés, de structure sub-homogène. Ponctuations radiovasculaires petites et rondes _____	<i>GMELINA</i> (Afrique, Asie)
10 — Rayons à structure homogène ou sub-homogène _____	11
— Rayons à structure hétérogène _____	12

11 — Rayons 1-sériés. Ponctuations radiovasculaires généralement dans les cellules de 1-2-(4) rangées terminales	<i>POPULUS</i> (général)
— Rayons 2-sériés fréquents. Ponctuations radiovasculaires dans toutes les cellules des rayons	<i>PTEROCARYA</i> (Asie)
12 — Cellules de parenchyme étagées	13
— Cellules de parenchyme non étagées	14
13 — Cellules de parenchyme fusiformes ou par 2 dans une file verticale	<i>TRIPLOCHITON</i> (Afrique)
— Cellules de parenchyme en majorité par 4 dans une file verticale	<i>BOMBAX</i> (Afrique, Asie)
14 — Rayons en général 2-sériés, contenant des cristaux. Parenchyme abondant, contenant des cristaux	<i>ENDOSPERMUM</i> (Asie)
— Rayons 3- à 6-sériés, sans cristaux. Parenchyme rare, limité à quelques cellules juxta-vasculaires, sans cristaux	<i>POLYSCIAS</i> (Afrique)

## CONCLUSION

D'après les précédentes descriptions des bois, il ne semble pas qu'il existe un type particulier de structure anatomique à préconiser pour la fabrication des allumettes. Il s'avère que la présence des vaisseaux n'est pas impérative : les Pins et Araucarias font des allumettes de qualité acceptable. Cependant la taille des pores, si présents, influe sur l'aspect macroscopique du bois et par conséquent sur l'esthétique : les tiges en Kapokier, Semul et Sesendok apparaissent grossières alors que celles en Peuplier et en Pouo ont un grain fin. En revanche, seuls les bois à pores disséminés peuvent être employés car les tiges taillées dans le bois initial des essences à zones poreuses ne peuvent pas avoir une résistance mécanique suffisante.

Le parenchyme ne paraît pas jouer un rôle important par sa présence, sa répartition et son abondance. Si les bois étudiés peuvent être divisés en deux groupes par ce caractère : ceux à parenchyme absent ou rare et ceux à parenchyme relativement abondant sous forme de chaînettes ou de fines lignes en cours d'accroissement, les meilleures essences pour les allumettes se rencontrent indifféremment dans les deux catégories. Ainsi, par exemple, le Peuplier ne possède que de très fines lignes marginales alors que le Pouo a un parenchyme abondant, en chaînettes nombreuses. En revanche, les bois à parenchyme paratrachéal abondant ou apotrachéal en bandes ne sont pas employés. Cependant, ces dispositions ne peuvent pas être considérées comme des éléments négatifs de sélection car elles se rencontrent essentiellement dans des familles (Légumineuses, Sterculiacées, etc.) ou des genres, à bois contrefilé, parfois aussi dur et coloré. Néanmoins, il est certain que les bois à parenchyme en bandes larges ne peuvent pas donner de bonnes allumettes à cause de la disposition concentrique de ce tissu à faible résistance mécanique.

Les rayons, tissu également parenchymateux, n'ont pas un grand rôle dans cette utilisation particulière du bois, vu leur orientation radiale, donc perpendiculaire à l'axe de la tige de l'allumette. Il est possible que les rayons

hauts et très larges diminuent dans une certaine mesure la résistance mécanique (Kapokier, Semul, Morototo) car c'est parmi les meilleures allumettes qu'on trouve les essences à rayons minces, 1-à 2-sériés, de moins de 50 µm de large. Par contre la fréquence et la structure des rayons ne semblent jouer aucun rôle dans la qualité des allumettes. Aucun bois à rayons étagés n'est utilisé mais le Kapokier, le Semul et le Tilleul ont néanmoins une structure étagée, ce qui indique que ce caractère d'étagement n'est pas contre-indiqué. En fait, si les bois à rayons étagés ne sont pas utilisés c'est, comme pour les bois à parenchyme groupé et abondant, parce qu'ils appartiennent à des genres produisant des bois contrefilés et parfois durs et colorés.

Les fibres constituent le tissu le plus abondant du bois et, par leur morphologie, lui confèrent globalement ses caractéristiques physiques et mécaniques. L'industrie des allumettes accorde beaucoup d'importance à la longueur des fibres mais il ne semble cependant pas que ce caractère soit primordial. Les allumettes en Araucaria ou certains Pins ne sont pas meilleures que celles en Peuplier bien que leurs fibres soient 4 ou 5 fois plus longues. En fait, si on excepte les résineux aux fibres extrêmement longues et même le Sesendok aux fibres de 2 000-2 500 µm, les meilleurs bois d'allumettes ont des fibres assez courtes (1 150-1 300 µm chez le Peuplier) ou longues (1 400-1 900 µm dans le Jelutong et le Pouo) et les moins bons également des fibres assez courtes (1 150-1 250 µm chez le Yemane) ou longues (1 500-1 900 µm dans le Kapokier et le Semul). En revanche, la largeur moyenne des fibres des bois de feuillus utilisés pour les allumettes est toujours forte, égale ou supérieure à 30 µm (Obèche excepté), et l'épaisseur des parois est faible, 2 p. = 10 µm, maximum à 15 µm. Il n'est cependant guère possible d'affirmer que les fibres larges à parois minces (et par conséquent aux coefficients de souplesse très élevés) font de bons bois d'allumettes car ces caractéristiques de fibres et de parois sont celles de presque tous les bois déroulables.