

# LES ESSAIS MÉCANIQUES DES BOIS COLONIAUX AFRICAINS

leur interprétation par la méthode graphique

L'étude des propriétés physiques et mécaniques des bois coloniaux a été entreprise depuis la fin de la première guerre mondiale, tant au Laboratoire du Service des Recherches de l'Aéronautique qu'à la Section d'Essais des Bois du Ministère des Colonies à Nogent-sur-Marne (actuellement Section forestière de la Section technique d'Agriculture tropicale). Les résultats ont été successivement publiés par le Comité National des Bois Coloniaux et la S.T.A.T., en 1930, 1933 et 1944 (1). Dans le premier ouvrage, rédigé par M. COLLARDET, sont exposés les principes de la méthode Monnin, qui est appliquée pour cette étude.

Ces essais se poursuivent aujourd'hui encore. Les résultats publiés comprennent, au total, les

(1) Etude physique et mécanique des Bois coloniaux, 1930.

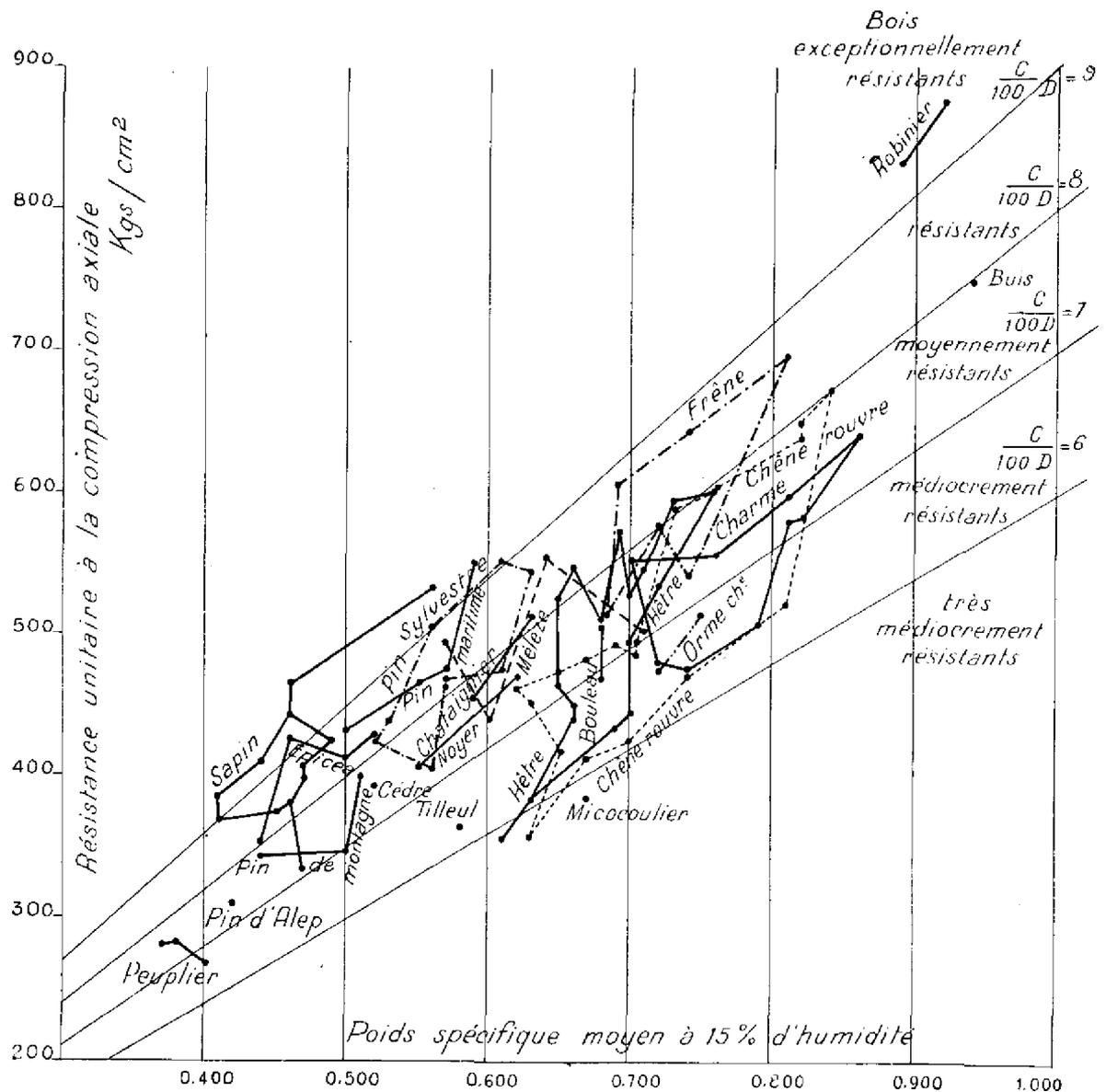
Premier complément à l'étude physique et mécanique des bois coloniaux, 1933.

Deuxième complément à l'étude physique et mécanique des bois coloniaux, 1944.

chiffres obtenus dans 438 essais portant sur 370 essences environ provenant de toutes nos colonies.

Sous forme de tableaux sont rassemblés, pour chaque essai, les chiffres des caractéristiques physiques (dureté, poids spécifique moyen à 15 % d'humidité, rétractabilité) et ceux des caractéristiques mécaniques. Les caractéristiques mécaniques sont les mesures des résistances d'éprouvettes de bois normal, de dimensions standardisées, sollicitées diversement par des forces statiques (résistances à la compression, à la flexion, au fendage, à la traction), ou dynamiques (résistance au choc ou résilience). Chaque essai est effectué sur 20 à 30 éprouvettes prélevées très soigneusement dans un même échantillon de bois sain; la moyenne des chiffres obtenus avec ces éprouvettes caractérise l'échantillon du bois, pour chaque mode de sollicitation.

Dans les tableaux ne sont pas données les résistances unitaires (à l'exception de la com-

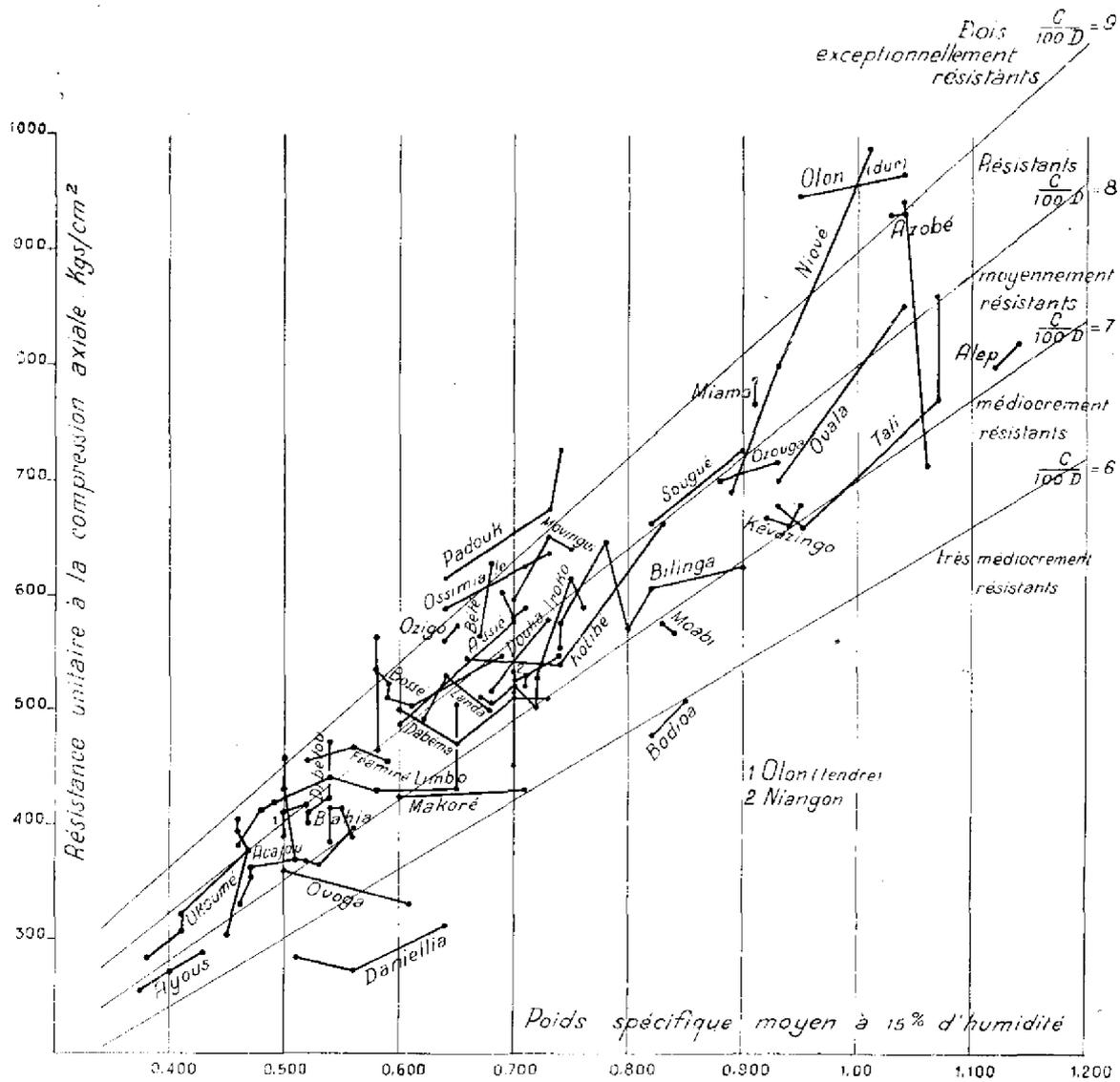


Graphique des résistances à la compression des bois métropolitains

pression axiale), qui s'expriment, suivant le cas, en kilogrammes ou en kilogrammètres par centimètre carré, mais des cotes de qualité, qui sont calculées en rapportant les chiffres de résistance unitaire à la densité de l'échantillon essayé. Ces cotes de qualité sont censées caractériser, mieux que les chiffres bruts des mesures, soit les échantillons, soit même dans certains cas les essences elles-mêmes (cotes

spécifiques). Des échelles de comparaison sont également données qui permettent d'interpréter tous ces chiffres et de reconnaître si un échantillon ou un bois peut être classé bon, moyen ou faible, relativement aux diverses caractéristiques physiques et mécaniques.

Pour un emploi déterminé d'un bois sont requises certaines caractéristiques, les unes primordiales, les autres accessoires, certaines



Graphique des résistances à la compression des bois tropicaux.

susceptibles d'expressions numériques ; on conçoit donc qu'en principe l'interprétation des résultats des essais devrait permettre de juger si un bois est plus ou moins apte à cet emploi. C'est le but de ces essais sur les bois coloniaux que de suppléer à la connaissance pratique insuffisante que nous en avons encore, à l'exception de quelques-uns qui sont mis à l'épreuve depuis plusieurs dizaines d'années déjà. En outre, les chiffres obtenus sont les éléments des calculs des ingénieurs et des archi-

tectes pour établir les projets des constructions importantes.

L'interprétation des tableaux publiés, bien que très facilitée par les échelles de comparaison, n'est pas simple. Nous nous proposons ici de montrer comment, par la représentation graphique, on peut faire ressortir immédiatement la valeur relative des bois coloniaux et métropolitains, quant à certaines caractéristiques mécaniques. Elle permet de comparer aisément des bois entre eux, et d'éliminer des

essences impropres à certains usages. Il est intéressant et quelquefois suffisant pour un usager d'apprécier les qualités d'une essence peu ou pas connue par rapport à celles d'une autre qu'il connaît bien.

Il est certain qu'au delà de toute question d'essence botanique, les caractéristiques mécaniques du matériau bois, expressions numériques de ses qualités de résistance, croissent d'une façon générale avec la densité; elles sont d'abord une fonction de la densité. Ensuite et en outre, elles dépendent de la structure du bois, c'est-à-dire qu'à égalité de densité, les dimensions, l'arrangement des divers éléments qui constituent le bois, leur proportion relative, ont une influence particulière qui est celle de l'espèce. Il est vraisemblable que la nature chimique des constituants du bois intervient aussi dans quelque mesure. Si donc les résistances augmentent en gros avec la densité, leurs variations ont un comportement propre à chaque essence ligneuse.

Nous examinerons ici seulement les essais de la résistance des bois à la compression axiale et au choc, qui sont les plus importants. Par rapport à deux axes de coordonnées rectangulaires, si nous portons les densités en abscisses et les résistances unitaires en ordonnées, chaque essai sera sur le plan représenté par un point déterminé par sa densité et sa résistance unitaire. Dans le cas de la résistance à la compression, nous portons en ordonnée la résistance unitaire  $C$ , en kilos par centimètre carré; dans le second cas ce sera la résistance unitaire  $k$  en kilogrammètres par centimètre carré;  $k$  est une expression dérivant de la mesure du travail nécessaire à la rupture par choc des éprouvettes d'essai, obtenue en divisant cette donnée expérimentale par une certaine constante dépendant de la forme et des dimensions des éprouvettes.

Si nous reportons sur nos plans les résultats de tous les essais relatifs aux bois africains et métropolitains, en nous limitant en principe aux seuls bois qui ont été l'objet d'au moins deux essais portant chacun sur un échantillon de provenance différente, nous constatons que les points représentant les résultats d'une certaine espèce se groupent dans un secteur bien localisé des feuilles, en fonction, d'une part, des variations de la densité de cette espèce, et, d'autre part, de ses qualités spécifiques de résistance. Cependant, chaque espèce de bois n'est pas représentée par une courbe simple qui, joignant tous ces points, serait la courbe représentative de la variation de la résistance

à la compression, ou au choc, en fonction de la densité, mais par une ligne brisée ou, lorsque les points sont nombreux, par un polygone très irrégulier.

Si les points, c'est-à-dire si les essais portant sur une même essence sont nombreux, nous constaterons parfois qu'à une même densité correspondent plusieurs résistances, selon la qualité de l'échantillon étudié, qui, nous le savons, dépend aussi du sol, du climat, ou de la race. Si nous pouvions multiplier le nombre des échantillons de provenance différente, nous verrions qu'à une densité donnée correspond un maximum et un minimum de la résistance unitaire.

Ce qui ressort des graphiques, c'est que chaque polygone représentatif d'une espèce occupe une position bien définie dans chaque plan, et qu'ainsi sont rendues visibles immédiatement par la situation relative de leurs aires représentatives, les différences de qualité des espèces. Les comparaisons sont immédiates, suivant l'étagement en hauteur, pour des espèces de densités équivalentes. Si nous divisons notre feuille par des lignes verticales passant par les points de densité 0,4, 0,5, 0,6, etc..., les comparaisons se font facilement, successivement, dans chaque bande ainsi tracée.

Les graphiques des résistances à la compression des bois métropolitains et coloniaux montrent que :

1) Dans l'ensemble les bois coloniaux africains se groupent, comme les bois métropolitains, dans les deux catégories des bois résistants ou moyennement résistants; en gros il y a équivalence entre bois coloniaux et métropolitains.

2) Dans les bois légers de densité 0,4, les variétés très légères d'ayous et d'okoumé sont comparables au peuplier (*Populus canadensis*).

3) Dans la catégorie des bois légers, 0,4 à 0,5 : le sapin et l'épicéa sont en général supérieurs aux variétés les plus lourdes d'okoumé et aux acajous légers (*Khaya ivorensis*). Les variétés légères de limbo sont équivalentes au sapin et à l'épicéa de qualité moyenne. Tous ces mêmes bois africains sont supérieurs au pin de montagne (*Pinus uncinata*) et au pin d'Alep.

4) Bois mi-lourds, 0,5 à 0,6, en allant des bois de qualité supérieure aux bois de qualité inférieure : équivalence du pin maritime, des meilleurs pins sylvestres, de l'épicéa, avec le bossé tendre (*Guarea cedrata*), le framiré (*Ter-*

*minalia ivorensis*) ; équivalence des qualités inférieures de pin sylvestre, du pin de montagne, du cèdre, du noyer léger, avec le limbo, le dibétou (*Louva trichisoides*), l'acajou, le bahia (*Mitragyne ciliata*) ; Fovoga (*Poga oleosa*), comme le tilleul, et surtout les Daniellia (*Faro, Lonlaviol*) ont des qualités nettement inférieures.

5) Bois lourds, 0,6 à 0,7 : quelques bois coloniaux ont une nette supériorité : le padouk (*Pterocarpus Soyauxii*) se classe en tête très nettement, puis l'ossimiale (*Piptadenia leucocarpa*) ; ensuite, comparables, sont l'ozigo (*Dacryodes Buettneri*), le bété (*Mansonia altissima*), l'assié (*Entadrophragma utilis*), le bossé lourd, et, parmi les bois métropolitains, le pin sylvestre, le pin des meilleures variétés de mélèze, de châtaignier, de hêtre (pour cette densité), de frêne léger ; se placent en dessous le lauda (*Erythroxylon Mannii*), le dabéma (*Piptadenia africana*), l'iroko léger (*Chlorophora excelsa*), le niangon léger (*Tarrietia utilis*), le limbo lourd, et, côté métropolitain, certains mélèzes, le houleau (*Betula alba*), le hêtre, le chêne léger ; dans une dernière catégorie inférieure se rangeront, à côté des hêtres et chênes de faible densité, le makoré (*Mimusops Heckeli*), certains limbo et dabéma, puis le micocoulier d'Algérie.

6) Bois lourds, 0,7 à 0,8 : le padouk tient encore la tête, puis, viennent à égalité, l'ossimiale, le movingui (*Distemonanthus Benthamianus*), l'assié lourd et le frêne ; se groupent ensuite les meilleurs hêtres, chênes, charmes, de cette densité, le douka lourd (*Mimusops africana*), l'iroko, le bilinga léger (*Sarcophalus Trillesii*), le kotibé (*Gistanthera papaverifera*), le niangon ; en dessous se placent encore des chênes, hêtres de qualité inférieure, l'orme champêtre, des dabémas et makorés lourds.

7) Bois très lourds, 0,8 à 0,9 : c'est la catégorie des chênes, frênes et charmes les plus denses ; on peut leur comparer les sougué (*Parinari tenuifolia*), kotibé lourd, bilinga, moabi (*Mimusops djave*). Le bodioa (*Anopyxis calaensis*) se révèle comme médiocre.

8) Bois très lourds, 0,9 à 1,0 : exceptionnellement résistants nous trouvons l'olon (*Fagara macrophylla*) et le robinier algérien (*Robinia pseudacacia*). Se rangent ensuite par ordre décroissant, niové (*Staudtia gabonensis*), miama (*Calpocalyx Heitzii*), puis, moyennement résistants, Ozouga (*Saccoglottis gabonensis*), ovala (*Pentaclethra macrophylla*), le

buis métropolitain, kévazingo (*Copaïfera colosperma*), tali (*Erythrophleum micranthum*).

9) Bois très lourds 1,0 : très résistants, olon, niové, azobé (*Lophira procera*) ; moyennement résistants : ovala, tali, alep (*Desbordesia oblonga*).

10) Les bois métropolitains n'atteignent que rarement la densité 0,900 ; seuls le robinier et le buis, qui sont des petits arbres, dépassent cette densité ; de très nombreux bois coloniaux, au contraire, ont une densité supérieure et, comme ils ont des résistances sensiblement proportionnelles à ces fortes densités, il en résulte que si l'on veut utiliser des bois ayant des résistances à la compression supérieures à 700 kgs/cm<sup>2</sup> qui sont des maxima pour les meilleurs frênes et chênes lourds, il convient de choisir parmi les bois coloniaux dans l'ordre suivant : olon, azobé, niové, miama, ovala, tali, sougué, ozouga, alep.

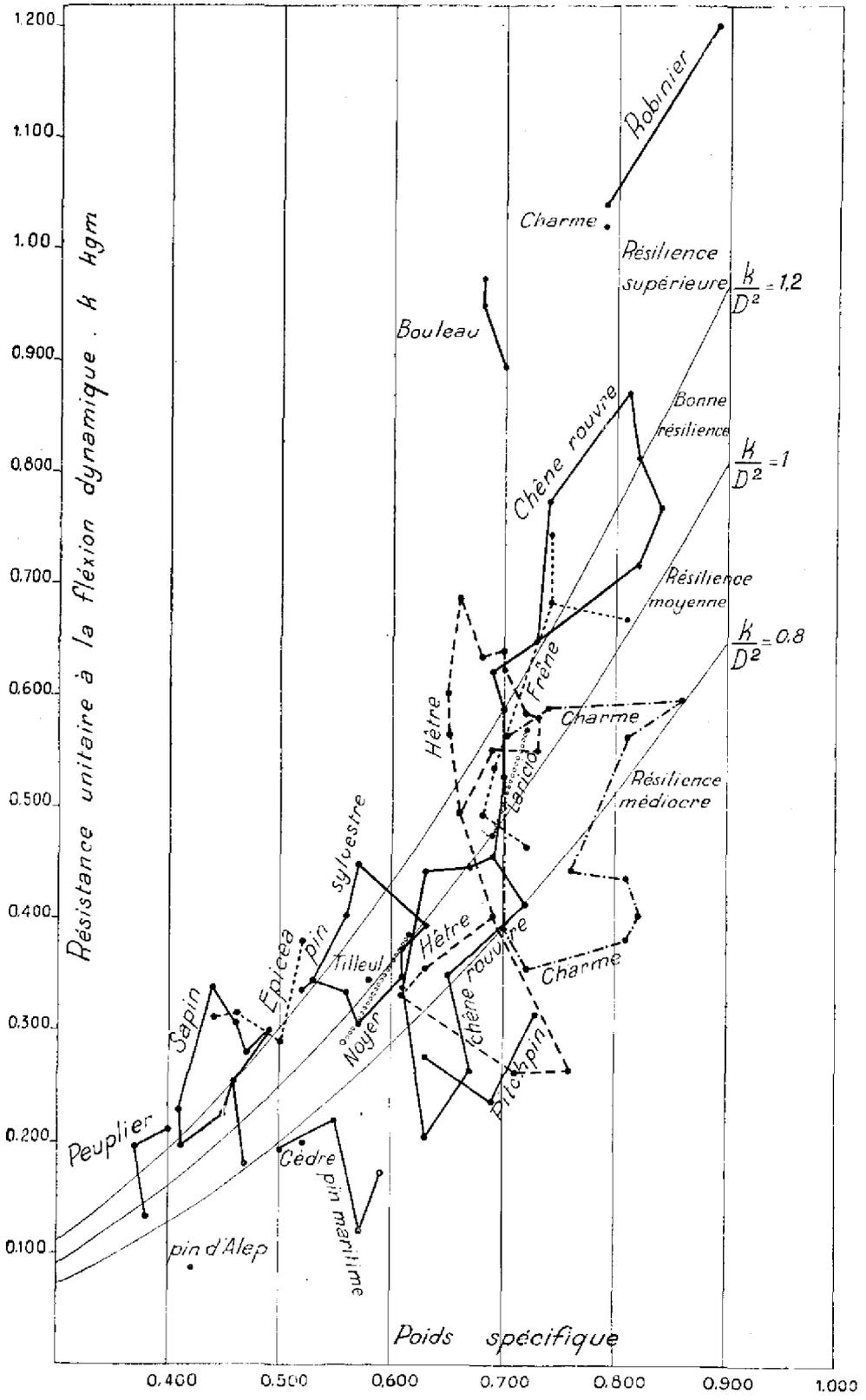
Si nous procédons à des comparaisons entre bois coloniaux et métropolitains suivant la même méthode, relativement à la résistance au choc, nous constaterons que :

1) La plupart des bois coloniaux africains étudiés ont des résiliences bonnes ou moyennes. On trouve chez les bois métropolitains fréquemment des résiliences supérieures à la moyenne des bois coloniaux.

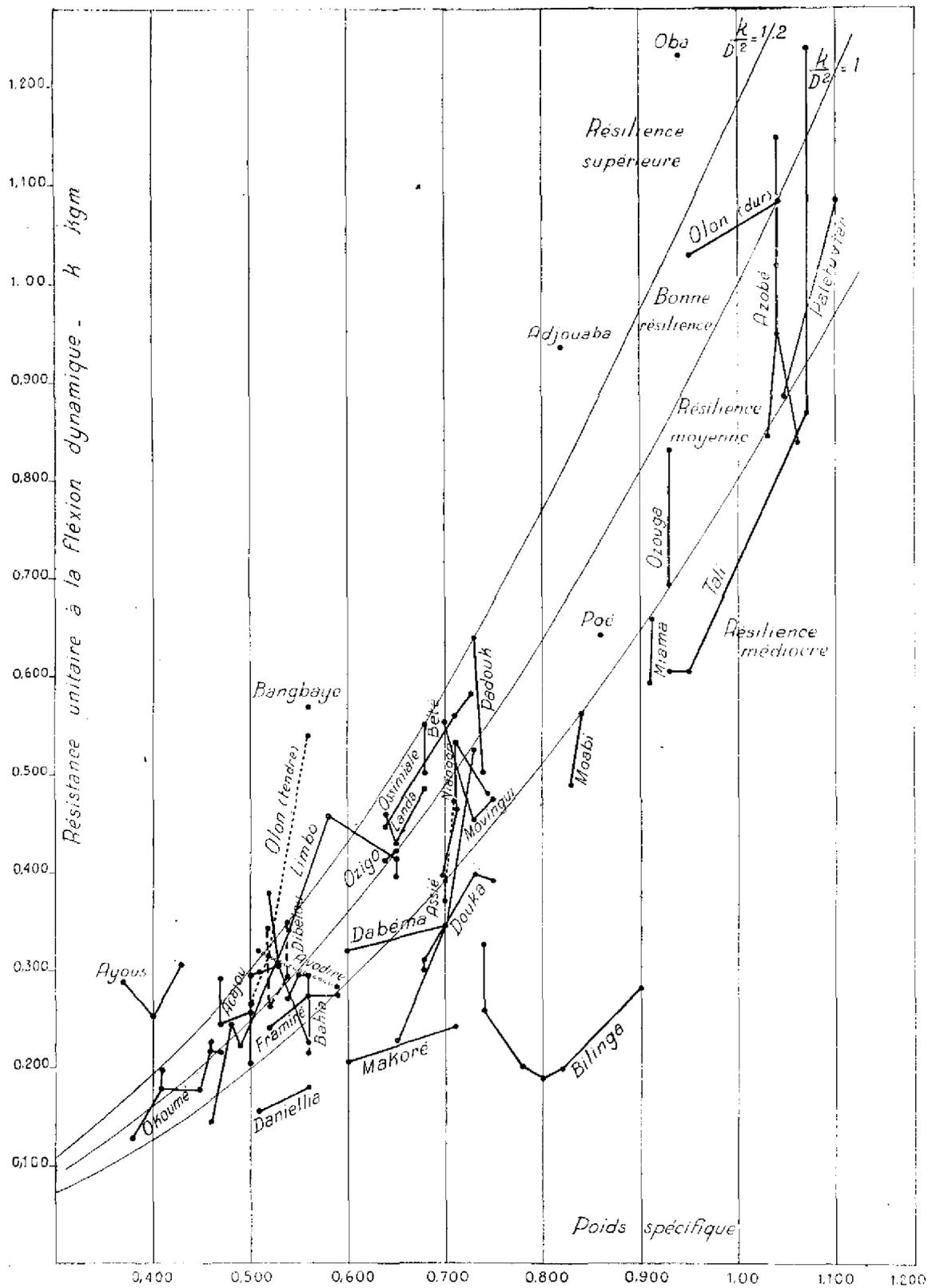
2) Bois très légers, densité voisine de 0,4 : l'okoumé est assez résilient, moins que le peuplier et le sapin léger ; l'ayous, particulièrement résilient, est supérieur à tous ces bois.

3) Bois légers, 0,4 à 0,5 : le sapin est nettement le plus résistant aux chocs, avec l'épicéa ; l'acajou est résilient comme le sapin de qualité moyenne ; l'okoumé et le limbo se qualifient moyennement résilients ; le pin d'Alep se classe le plus défavorablement.

4) Bois mi-lourds, 0,5 à 0,6 : nous trouvons des échantillons de limbo, d'acajou, de dibétou, d'avodiré (*Turraecanthus africana*) d'une forte résilience comparable à celle de l'épicéa lourd et des meilleurs pins sylvestres ; un échantillon d'olonvogo (*Fagara sp.*) et un de hangbaye (*Albizzia gummifera*) ont montré des résiliences remarquablement élevées pour leur densité ; le framiré et le bahia sont moyennement résistants comme du noyer léger ; le cèdre, le pin maritime, les Daniellia sont médiocrement résilients.



Graphique des résistances unitaires à la flexion dynamique des bois métropolitains



Graphique des résistances unitaires à la flexion dynamique des bois tropicaux

5) Bois lourds, 0,6 à 0,7 : certains hêtres ont dans cette catégorie la résilience de beaucoup la plus forte, mais aussi, surtout dans les plus basses densités, la résilience devient moyenne et parfois médiocre, cette qualité du hêtre paraît donc excessivement variable ; après les meilleurs hêtres se classent successivement le hété, l'ossimiale, le landa, certains chênes de qualité supérieure, l'ozigo, le pin sylvestre lourd, le noyer lourd de France, le limbo lourd.

Sont médiocrement résilients des chênes légers, hêtres légers, dabéma léger, douka, pitchpin, makoré.

6) Bois lourds, 0,7 à 0,8 : les bois métropolitains dominent nettement avec le chêne rouvre et le frêne de qualité supérieure ; ont une bonne résilience équivalente à celle des chênes, hêtres lourds, pin laricio, charmes et, en Afrique, le padouk, l'ossimiale, certains niangons et movinguis. Sont moyennement résilients des frênes, chênes, niangons, movinguis, assis. Des charmes, pitchpins, chênes, dabémas, doukas, bilingas sont médiocrement résilients.

7) Bois très lourds, 0,8 à 0,9 : le robinier et un échantillon de charme sont remarquablement résilients ; nous avons encore des chênes lourds très résilients, des frênes et charmes lourds moyens. Dans les bois africains coloniaux nous trouvons peu d'essais dans cette catégorie. Un essai de poé (*Strombosia pustulata*) est moyen, le moabi s'avère comme médiocre et le bilinga très médiocre.

8) Bois très lourds, 0,9 à 1,0 : certains bois africains ont une résilience équivalente à celle du robinier, mais avec une densité supérieure ; un essai d'Oba (*Irvingia sp.*) du Gabon et un de tali dépassent le meilleur essai de robinier.

Peuvent être classés comme résilients, l'olon et certains azobés ; moyennement résilients pour leur densité, mais ayant des résistances unitaires égales ou supérieures à celles des meilleurs chênes, l'azobé et le palétuvier ; l'ozouga a une résilience unitaire comparable à celle des bons chênes, mais il est plus lourd. Le miama et certains talis sont, pour les résistances brutes, équivalents au chêne de qualité moyenne, mais par rapport à leur densité ils sont assez médiocres.

Sauf quelques exceptions, nos graphiques montrent que les bois coloniaux ne sont pas ordinairement « cassants » comme, au début des essais mécaniques l'a écrit le grand spécia-

liste de l'étude des bois, inventeur de la méthode officielle d'essais qui porte son nom, le Conservateur des Eaux et Forêts MONNIN. En affirmant (1) que : « A part de rares exceptions, les bois coloniaux résistent à égalité de densité, comme des échantillons échauffés et même à demi-pourris de nos essences françaises, qu'aucun employeur sérieux ne voudrait utiliser dès qu'il y a danger de choc ». MONNIN a émis une opinion que les nombreux essais ultérieurs sur les bois coloniaux, effectués par sa méthode, n'ont pas confirmé. Il est incontestable que beaucoup de bois métropolitains jouissent d'une capacité remarquable de résistance aux chocs. Nous venons de voir qu'à équivalence de densité, on trouvait aussi en Afrique des bois très intéressants à cet égard. Malheureusement, les bangbaye, celvorgo, adjouaba, oba, qui ont montré des résistances excellentes pour leur densité, n'ont encore fait l'objet que d'essais trop peu nombreux pour pouvoir affirmer que ces essences ont en général une résilience très élevée. Parmi les bois mi-lourds (0,4 à 0,7) il existe, nous l'avons vu, beaucoup de bois africains qui ont de bonnes qualités de résilience.

Il demeure vrai que cette qualité de haute résistance dynamique semble se montrer plus rarement chez les bois coloniaux très lourds, comparativement à leur densité. C'est probablement cette observation qui a motivé la boutade inopportune de MONNIN sur la fragilité des bois coloniaux. De nombreux essais qui restent à effectuer confirmeront ou infirmeront ultérieurement cette constatation. Il est certain qu'elle pourrait s'expliquer dans certains cas par l'échauffement partiel et invisible de certains bois très lourds coloniaux qui ne peut se manifester précisément que par l'essai dynamique. Il est curieux de constater que de nombreux bois très durs s'échauffent avec une grande facilité en dépit de leur densité ; cela est dû à la présence de bandes de parenchyme altérable qui s'étendent dans le tissu fibreux. Effectivement donc MONNIN a pu essayer de tels échantillons altérés. Une autre raison est également vraisemblable, c'est qu'il est souvent difficile de prélever dans des bois durs des éprouvettes de droit fil, étant donné la petite section des éprouvettes d'essai au choc (2 cm. × 2 cm. et 30 cm. de long) ; ces

(1) M. Monnin. Comparaison entre bois coloniaux et bois métropolitains. Travaux du Congrès forestier international de Grenoble de 1925.

C'est de ce travail que sont extraits les résultats des essais mécaniques des bois métropolitains que nous utilisons.

sortes de réglettes présentent donc souvent des surfaces de moindre résistance dues à des fibres coupées qui faussent les résultats ; cela expliquerait les différences considérables dans les résistances unitaires que nous trouvons dans les essais de Nogent, à égalité de densité, chez les azobés et talis par exemple.

Bref, en faveur des bois africains très lourds, je demande un supplément d'information avant que soit émise une opinion définitive à leur sujet. Quoi qu'il en soit, en ce qui concerne les bois coloniaux en général, les résultats des essais déjà effectués doivent donner tout apaisement aux employeurs sur leur soi-disant fragilité.

D'autre part, des essais de résistance au choc, très faciles à effectuer, permettraient toujours, le cas échéant, d'éliminer lors des réceptions les lots de bois échauffés.

#### *Relations entre les résistances unitaires et la densité*

*Résistance à la compression axiale.* — Une des originalités de la méthode MONNIN est d'exprimer les résistances des bois aux divers efforts mécaniques, non pas par les résistances unitaires qui, pour une même essence, sont variables avec les échantillons, mais par des cotes chiffrées obtenues en rapportant les valeurs absolues mesurées des résistances à la densité des échantillons expérimentés et, dans certains cas, au carré de cette densité. Il semblait à MONNIN que ces cotes, dites de qualité, étaient moins variables que les résistances

unitaires. Pour lui, le rapport  $\frac{C}{100 D}$ , C étant

la résistance à la compression axiale en kg/cm<sup>2</sup>, et D la densité de l'échantillon de bois sec à l'air (15 % d'humidité), est sensiblement constant pour un échantillon de bois, mais il varie avec les échantillons de la même essence provenant d'autres arbres. Quand ce rapport est inférieur à certaines valeurs, que des réceptionnaires peuvent estimer correspondre aux qualités minima nécessitées pour certains emplois de cette essence, les échantillons en cause sont refusés.

Le rapport  $\frac{C}{100 D^2}$ , appelé cote spécifique,

serait, d'après MONNIN, le plus stable, quel que

soit l'échantillon, et caractériserait ainsi les essences ; il permettrait donc de les comparer.

Sur nos graphiques de la résistance à la compression, nous avons tracé les droites représentatives des fonctions  $C = 9 \times 100 D$ ,  $C = 8 \times 100 D$ ,  $C = 7 \times 100 D$ ,  $C = 6 \times 100 D$ , correspondant aux valeurs des cotes statiques de MONNIN, 9, 8, 7, 6. Le groupement principal des points représentant les essais se fait très nettement, en ce qui concerne les bois coloniaux africains, entre les droites  $C = 900 D$  et  $C = 700 D$  ; les points relatifs aux bois métropolitains ont une dispersion un peu plus large entre la droite  $C = 600 D$  et au-delà de la droite  $C = 900 D$ . Il apparaît donc qu'en gros la résistance à la compression axiale soit une fonction linéaire de la densité. Cette fonction, pour chaque essence, nous semble être plutôt de la forme  $C = aD + b$ , a et b étant des constantes. En réalité, une telle fonction susceptible d'une expression algébrique simple n'existe pas, puisque nous avons constaté qu'à une densité déterminée correspondaient plusieurs valeurs de la résistance chez une même essence. Le graphique qui représente les variations de cette résistance avec la densité n'est pas une ligne plus ou moins brisée et ascendante vers la droite, comme il pourrait sembler lorsque le nombre des points, donc des essais est faible ; plutôt qu'une ligne, c'est un polygone qui représente le plus exactement une essence. Ce polygone est plus ou moins allongé suivant les capacités de fluctuation de la densité de chaque espèce, mais il est aussi plus ou moins incliné sur l'horizontale. Si les essais étaient très nombreux, on pourrait probablement tracer l'axe moyen de ce polygone, et c'est cette ligne statistique qui représenterait le mieux la fonction C. Il est vraisemblable que cette ligne fictive serait une droite du type  $C = aD + b$ .

Toutes les vérifications que nous avons faites sur les bois africains n'ont pas confirmé que la

cote  $\frac{C}{100 D^2}$  fut une cote spécifique. Ce rapport

loin d'être constant diminue quand la densité croît. Ses variations sont plus grandes en géné-

ral que celles du rapport  $\frac{C}{100 D}$  et que celles

de la résistance unitaire elle-même. Voici quelques exemples, au hasard, de calculs du pourcentage de variation, compris comme le rapport

entre la différence des valeurs extrêmes et la moyenne arithmétique :

		C	
		100 D	100 D <sup>2</sup>
Ayous .....	11 %	2,8 %	17,7 %
Okoumé .....	36 %	23 %	27 %
Bassé .....	19 %	13 %	29 %
Iroko .....	30 %	18 %	31 %

Pour le sapin pectiné, en faisant même abstraction d'un échantillon anormal, nous trouvons des pourcentages de variation de 23,5 %, 21,3 %, 24,6 %. De tous ces rapports, c'est le

rapport  $\frac{C}{100 D}$  qui est le moins variable. La

cote  $\frac{C}{100 D^2}$  ne nous paraît être d'aucune uti-

lité ; nous ne verrions aucun inconvénient à ce qu'elle disparut des tableaux.

En ce qui concerne l'élimination des échantillons de qualité inférieure, le calcul de la cote

$\frac{C}{100 D}$  est suffisant. Par ailleurs, en pratique,

la méthode de réception MONNIN consistait à refuser les échantillons qui avaient une densité inférieure à un certain minimum fixé par essence. En examinant les graphiques on peut constater que cette règle en toute rigueur est inexacte, les échantillons les plus médiocrement résistants ne sont pas nécessairement ceux qui ont la plus faible densité. Il est toutefois fréquent que les échantillons ayant une densité anormalement faible pour l'essence aient des capacités médiocres de résistance. MONNIN ne faisait pas autre chose apparemment quand il exigeait pour les résineux une densité minimum de 0,4. Notre graphique montre notamment que tous les résineux dont les essais ont été retenus ici, ont une densité supérieure à 0,4.

*Résistance au choc.* — Les essais au choc, dans la méthode MONNIN, sont exprimés par

une cote dynamique  $\frac{k}{D^2}$ , k étant le coefficient

de résilience, égal en fait avec le type d'éprou-

vette utilisé dans les essais à  $\frac{W}{6,35}$  (W, travail

de rupture en kilogrammètres), et D la densité de l'échantillon essayé.

Sur nos graphiques de la résistance au choc nous avons tracé les arcs de parabole corres-

pondant aux cotes  $\frac{k}{D^2} = 1,2$  ;  $\frac{k}{D^2} = 1$  ;

$\frac{k}{D^2} = 0,8$ . La plupart des points représentatifs

des essais de bois africains sont accumulés entre les deux arcs extrêmes ; il en est de même sur le graphique des bois métropolitains, avec toutefois une dispersion plus grande entre

$\frac{k}{D^2} = 0,8$  et  $\frac{k}{D^2} = 1,4$  (non tracé). Le coefficient

de résilience semble varier grosso modo comme

le carré de la densité. Cette relation se vérifie assez nettement pour le limbo, l'ozigo, l'ossimiale, où la fonction  $k = D^2$  est représentée très sensiblement par une droite horizontale.

Pour le limbo, le pourcentage des variations de k, sur 6 essais, est de 52 %, très fort, la densité de ce bois variant largement, mais celui

de  $\frac{k}{D^2}$  n'est que de 22 %.

La courbe représentative de la fonction k de la densité doit vraisemblablement se rapprocher de la forme  $k = aD^2 + b$ , a et b étant des constantes caractéristiques de chaque essence ; du moins dans la mesure où, comme nous l'avons expliqué déjà à propos de la résistance à la compression, on peut parler d'une résistance au choc fonction simple de la densité.

*Utilité de hâter les études sur les propriétés physiques et mécaniques des bois tropicaux.*

Répetons que ces études sont les seuls moyens dont nous pouvons disposer pour connaître nos bois coloniaux sans attendre les résultats d'expériences centenaires d'ouvriers du bois et d'usagers qui sont le fondement de la connaissance pratique des bois métropolitains. Actuellement environ 370 essences ont fait l'objet d'essais depuis plus de 25 ans, soit environ 15 essences et 17 essences par an en moyenne. Le nombre moyen des essais par

essence est de 1,1, c'est-à-dire que, pour la plupart des bois étudiés, un seul échantillon a été essayé. Cela est évidemment très insuffisant à tous points de vue. Un coup d'œil, sur nos graphiques montre qu'un bois, simplement pour le situer avec quelque sûreté dans le plan des graphiques, doit être déterminé au minimum par 3 essais portant sur 3 échantillons de bois normaux de provenances différentes. Les qualités de l'espèce ne sont pas encore suffisamment connues après ces 3 essais ; il faudrait au moins une douzaine d'essais pour déterminer les limites entre lesquelles varient les résistances, suivant la densité et la provenance. Nous sommes loin du compte. En admettant qu'il y ait dans l'ensemble des pays tropicaux de l'Union française un millier de bois d'œuvre, utilisables au moins localement — et ce nombre est certainement inférieur à la réalité — il faudrait effectuer au moins 3.000 essais, auxquels il faudrait ajouter, en ce qui concerne les principales essences d'exportation ou d'emploi généralisé dans les colonies, qui celles-là devraient être connues d'une façon plus approfondie, à raison de 9 essais supplémentaires pour ces essences qu'on peut fixer approximativement au nombre de 200, 1.800 essais ; donc au total 4.800 essais. A la cadence moyenne des travaux exécutés jusqu'à ce jour, de 17 essais par an, nous arriverons à ce premier stade de la connaissance expérimentale de nos bois coloniaux vers l'an 2230.

Mis à part un très petit nombre de bois coloniaux, bien connus aujourd'hui dans la pratique, nous connaissons donc encore très mal les bois de nos forêts tropicales. Cette constatation est navrante à une époque où on se propose de faire un nouvel effort pour développer l'exploitation et l'industrialisation forestière dans la France d'Outre-Mer.

Sauf à propos de quelques dizaines d'espèces suffisamment éprouvées par l'usage, les protagonistes de l'usage multiplié des multiples bois tropicaux sont dans la situation d'un industriel qui voudrait lancer sur le marché un produit qu'il connaîtrait lui-même très mal. Nous en sommes là pour la matière bois tropical, sauf les exceptions signalées.

Il est bien certain que les techniciens officiels sont hors de cause et que nulle critique ici ne s'adresse à eux, car nous connaissons personnellement leur dévouement, leur compétence, et aussi les misères des moyens mis à leur disposition. Mais je devrais souligner la contradiction qui existe entre le désir sincère qui se manifeste souvent à la métropole d'uti-

liser nos incontestables ressources forestières d'outre-mer et l'ignorance relative dans laquelle nous demeurons de la valeur des bois de ces forêts. Je m'empresse d'affirmer que cette contradiction pourrait être résolue, sans attendre l'an 2230, en s'attachant d'abord à l'étude d'une centaine d'espèces, choisies parmi celles qui ont la réputation d'un bon usage, d'avoir de belles qualités technologiques, et qui sont assez abondantes en forêt. Plusieurs machines d'essais devraient être mises simultanément en service, entourées des techniciens indispensables.

Le Ministère des Colonies étudie depuis plusieurs années des projets qui permettraient d'accélérer les études sur les bois, et en général sur les forêts des colonies. Plus vite ils se réaliseront, plus tôt les techniciens seront à même d'aider les efforts des exploitants, des importateurs, des industriels, en vue d'employer toujours plus et toujours dans des conditions améliorées, les bois tropicaux une des dernières matières premières du monde qui demeure étonnamment encore pratiquement inutilisée.

L'intérêt que nous apportons ici à notre sujet, les essais mécaniques des bois, ne doit cependant pas faire croire qu'ils résument toutes les connaissances essentielles qui peuvent être nécessaires pour développer l'usage des bois coloniaux. Par exemple, l'emploi des bois dans la construction aéronautique a parfois fait donner trop d'importance aux essais de résistance au choc, en qui on a vu quelquefois le critère primordial, celui qui était la somme des autres critères mécaniques. N'oublions pas que les bois soumis à des usages mobiles, pouvant périr par chocs ou vibrations, ne constituent qu'une petite proportion des bois mis en œuvre, mais que les bois de menuiserie et de charpente légère en forment une beaucoup plus grande proportion, or ceux-ci n'exigent pas de qualités mécaniques de premier ordre, mais en revanche, en ce qui concerne les bois de menuiserie, outre certaines qualités physiques, des qualités technologiques qui ne sont pas révélées par les essais mécaniques. De très belles essences coloniales qui ne se classent pas très bien, quant à leurs capacités de résistance mécanique, peuvent avoir des usages très vastes dans la menuiserie ; les qualités technologiques peuvent en pratique largement compenser des insuffisances de qualités mécaniques ; c'est ce qu'une attention trop exclusivement portée sur celles-ci pourrait faire oublier. Les services chargés officiellement de l'étude des bois doivent donc rechercher, sinon

dans leurs propres ateliers, mais aussi chez tous les utilisateurs du bois, tous les renseignements possibles sur les facilités de mise en œuvre et de conservation des bois ; puis les diffuser lorsqu'ils confirment des qualités ou des défauts de ces bois. Les études et recherches pratiques ne doivent donc pas être négligées, quel que soit l'intérêt qu'il faille accorder aux essais mécaniques.

Mais les progrès du développement de l'emploi des bois tropicaux dépendent encore d'autres facteurs technologiques et économiques qui sont relatifs à l'espèce sylvicole et à l'arbre. On ne leur porte pas toujours une attention suffisante. Je pense qu'un bois demi-dur n'ayant que des qualités moyennes, mais de bonne conservation avant et après mise en œuvre, serait susceptible, en dépit de cette sorte de neutralité vis-à-vis des qualités brillantes d'autres essences, d'emplois considérables, si les arbres producteurs se présentaient en peuplements abondants, s'ils avaient une forme technologique presque parfaite du fût, fournissant de nombreuses billes de bel aspect, un volume élevé de bois sain et, au débit, un rendement moyen de 70 % minimum. Cela revient à dire que, sous réserve de certaines conditions suffisantes de qualité, les aspects sylvicole, industriel, économique et commercial du problème de l'utilisation d'une essence peuvent être primordiaux. Or, trop souvent, dans l'étude d'un bois, nous manquons de renseignements précis et suffisants sur la fréquence de l'espèce en forêt, l'étendue de son aire géographique, le port de l'arbre et spécialement du fût, les dimensions moyennes, le volume moyen de bois utilisable, le rendement du débit en scierie, la conservation du bois sur chantier, sur parc avant et après débit, etc...

J'ajouterai que le point de vue du sylviculteur a aussi une grande importance, puisque celui-ci doit songer à la pérennité de l'exploitation, et qu'une espèce qui se régénère naturellement en abondance, qui a une croissance rapide, qui n'est pas trop attaquée par les in-

sectes, a pour l'avenir beaucoup plus d'intérêt qu'une autre dont le bois est supérieur, mais qui est rare et se multiplie difficilement en forêt.

Il est également évident que le problème de la conservation des bois, en forêt, en usine, dans les cales des cargos, revêt une importance singulière pour les bois tropicaux, car de nombreuses espèces qui répondent aux conditions que nous venons de présenter, ne sont pas, en fait, encore utilisées comme elles pourraient l'être, parce qu'elles sont très altérables à la colonie, dans l'atmosphère chaude et humide qui y règne, propice aux attaques de cryptogames et d'insectes.

Nous nous sommes éloignés du premier sujet que nous traitons, des essais mécaniques, pour insister sur quelques considérations qu'on jugera peut-être élémentaires et évidentes, mais que l'on perd cependant trop souvent de vue ; nous voulons aussi rappeler combien était vaste le champ des investigations qui s'étend devant nous si nous voulons utiliser un jour toutes les ressources des forêts tropicales. Les bois doivent être expérimentés systématiquement dans des laboratoires, suivant ces méthodes qui sont de pratique courante aujourd'hui, qui peuvent être encore perfectionnées, complétées, et qui justifieraient presque un travail à la chaîne, d'autant plus qu'il importe désormais d'aller plus vite qu'autrefois. Il est également important que des techniciens, importateurs, exploitants forestiers, suivent les bois depuis la forêt jusqu'à la mise en œuvre, recueillant tous les renseignements possibles, les confrontant, les critiquant, multipliant les observations, provoquant des recherches et des expériences. Ce n'est que lorsque tous ces efforts s'exerceront simultanément et avec coordination que l'on pourra progresser avec sûreté et rapidité dans la voie de l'exploitation des forêts tropicales.

A. AUBREVILLE,

*Inspecteur Général des Eaux et Forêts  
des Colonies.*

