

L'ÉTUDE SCIENTIFIQUE DU BOIS EN VUE DE SON UTILISATION RATIONNELLE

Il est évidemment nécessaire de parfaitement connaître les propriétés des divers matériaux ainsi que leurs avantages et inconvénients respectifs pour pouvoir les utiliser judicieusement, selon leur vocation propre et dans les conditions les plus favorables.

Certes, le bois est l'une des plus anciennes matières premières employées par l'humanité et la plupart des industries qui le mettent en œuvre bénéficient d'une expérience ancestrale et de traditions solidement établies. Pourtant, il faut bien reconnaître que ces connaissances empiriques ne suffisent plus maintenant et que les pratiques routinières qui en ont découlé, et qui restent justifiées tant que les conditions d'approvisionnement et d'emploi ne se modifient pas sensiblement, se trouvent aujourd'hui bien souvent en défaut.

Les changements très profonds survenus dans les modes d'exploitation, de transport et de façonnage des bois ou dans les circonstances de leur emploi (avec la généralisation du chauffage central, par exemple), l'apparition d'essences d'importation toujours plus nombreuses et d'utilisations entièrement nouvelles, comme l'aviation, sont venus fausser dans une large mesure les notions traditionnelles sur lesquelles s'appuient les métiers du bois et obligent à réviser des habitudes ancestrales, transmises par l'apprentissage ou même codifiées comme « Règles de l'Art » dans les « Cahiers des Charges ».

La routine est ainsi cause de déboires récents imputés à tort au matériau lui-même alors qu'ils sont dus avant tout à une connaissance insuffisante des particularités anatomiques, physiques, mécaniques ou chimiques des essences mises en œuvre. Elle a non seulement retardé sur le plan artisanal et industriel l'apparition de techniques nouvelles, mais amené la méfiance et la désaffection dont le bois a eu à souffrir depuis quelques années dans les milieux d'architectes et d'ingénieurs.

A cet égard, reconnaissons que le bois peut en effet dérouter les constructeurs et entrepreneurs habitués à mettre en œuvre des matériaux inorganiques comme les métaux, le béton armé, etc., dont les caractéristiques paraissent beaucoup mieux définies ou, en tout cas, leur sont mieux connues. Ceux-ci le croient plein d'embûches et de contradictions, lui reprochent d'être capricieux ou inconstant, difficilement calculable, et, faute de le comprendre, s'en remettent le plus souvent à la routine du praticien, ouvrier ou contremaître, s'ils ne l'abandonnent point pour des matériaux avec lesquels ils se sentent plus à l'aise et plus indépendants.

Cette désaffection pour le bois est cependant tout à fait injustifiée, car si celui-ci se comporte de façon très particulière vis-à-vis des agents physiques et des sollicitations mécaniques, ses propriétés n'en sont pas moins soumises à des lois parfaitement définies et il peut se calculer avec une précision absolument comparable à celle obtenue avec les autres matériaux de construction.

**

Il importait donc de reprendre l'étude du bois sur des bases absolument scientifiques afin de pouvoir réformer rapidement les habitudes professionnelles devenues sans fondement, mettre au point des techniques d'emploi nouvelles et fournir aux utilisateurs une documentation aussi complète et précise que celle dont ils disposent pour les autres matériaux.

Cette étude était particulièrement urgente en ce qui concerne les essences tropicales pour lesquelles — à part quelques bois d'ébénisterie importés depuis de nombreuses années déjà — on ne possédait pas de données pratiques permettant de déterminer leurs caractéristiques et possibilités d'emploi, du moins sous nos climats.

Ce sont donc, en fait, et c'était logique bien que paradoxal en apparence, les essences exotiques les moins exploitées jusqu'à présent qui, les premières, ont été étudiées systématiquement et de la façon la plus complète. Cette méthode devait permettre de discriminer dans les moindres délais, et avec un minimum de tâtonnements ou de mécomptes, les espèces de valeur et de dégager les applications auxquelles chacune convient, en même temps que les précautions qu'exige sa mise en œuvre.

Plusieurs laboratoires spécialisés, situés en différents points du globe, se consacrent à cette tâche essentielle pour la mise en valeur des forêts tropicales et nous nous proposons de tenir périodiquement les lecteurs de cette Revue au courant de l'état d'avancement de leurs recherches en précisant les conclusions pratiques qu'il y a lieu d'en tirer.

Il n'est plus possible, en effet, au siècle où nous sommes, de s'en remettre aux seules initiatives individuelles et à l'empirisme, si ce n'est au pur hasard, du soin de déceler dans l'immense variété de la flore tropicale les espèces ligneuses dignes d'intérêt, ni de risquer de voir se gaspiller vainement en des

efforts sans doute méritoires, mais désordonnés, temps, énergie et matières dont nous devons être plus que jamais avares.

En regroupant et diffusant les connaissances ainsi acquises sur ces espèces nouvelles sous une forme directement utilisable par le prospecteur ou l'exploitant de la forêt tropicale, par l'importateur ou le négociant, l'industriel ou l'artisan, l'ingénieur ou l'entrepreneur enfin, notre Revue espère hâter, dans le domaine qui lui est propre, l'établissement d'un inventaire définitif des ressources ligneuses du globe et la mise en œuvre rationnelle des richesses inexploitées.

**

En guise de préface aux études plus détaillées qui suivront, nous nous bornerons aujourd'hui à préciser le but et la portée pratique des recherches qui ont donné naissance à cette science nouvelle qu'est la **Xylogologie**, ou science du bois.

On désigne sous ce nom, récemment forgé et répandu en France par M. Ph. GUINIER, Membre de l'Institut et Directeur Honoraire de l'École Nationale des Eaux et Forêts, un ensemble de sciences appliquées à l'étude du bois en tant que matière première et en vue de son utilisation.

La Xylogologie est donc liée à la botanique, à la physique, à la chimie, à la mécanique, à l'entomologie, etc., et, par conséquent, fort compliquée.

Certains pourront s'étonner qu'il ait été créé une discipline particulière pour le bois alors qu'il n'en existe point pour des matières premières aussi importantes que les métaux, par exemple. La réponse tient dans ce fait que le bois est un matériau **organisé**, essentiellement **hétérogène** et **anisotrope**, de composition chimique très complexe, dans lequel se reflètent toutes les influences écologiques ou biotiques auxquelles a été soumis l'être vivant dont il provient. Il est par conséquent extrêmement différent des autres matériaux qui sont généralement homogènes et isotropes et de composition chimique bien définie (métaux, par exemple) ou encore constitués par l'association de matériaux homogènes (béton armé), et relève davantage de la biologie que des sciences exactes.

Ces particularités du bois obligent à en poursuivre l'étude selon une méthode spéciale et le regroupement en une science unique des diverses disciplines auxquelles il faut

faire appel pour arriver à une connaissance complète de ce matériau se trouve amplement justifié.

**

a) **Structure anatomique.** — La Xylogie comportera donc en premier lieu l'étude de la **structure du bois**, qui permet de comprendre sa nature cellulaire et fibreuse, de suivre sa formation et son développement, de distinguer les différents tissus qui le composent, de détailler son anatomie en observant les variations dues aux conditions particulières de végétation de l'arbre qui l'a produit.

Il n'est pas nécessaire d'insister sur le caractère essentiel de ces notions, étant donné que c'est de la structure propre à chaque essence ou à chaque échantillon que résultent ses caractéristiques et ses propriétés et, par conséquent, ses possibilités d'emploi.

L'examen micrographique permet, d'autre part, d'identifier de façon certaine les différentes espèces lorsque l'œil nu ou la loupe n'y suffisent pas.

En fait, c'est grâce à l'étude approfondie de leur « plan ligneux » qu'ont pu être identifiées et cataloguées les innombrables essences forestières tropicales pour lesquelles il a fallu établir des fiches signalétiques, comportant photographies et descriptions des trois sections, transversale, tangentielle et radiale. Cette étude micrographique a permis de redresser dans bien des cas des erreurs de classification botanique, et fourni, en attendant des essais plus complets, d'utiles indications sur les propriétés physiques et mécaniques des espèces nouvelles et leurs utilisations possibles, évitant ainsi des expériences longues, inutiles ou dangereuses.

b) **Défauts.** — L'étude des **anomalies de structure** : nœuds et défauts, déformations parasitaires, blessures, fractures ou fentes, que le producteur, le négociant, le réceptionnaire et l'utilisateur doivent parfaitement connaître et savoir déceler, à une grosse importance pratique, car elles déprécient la marchandise, déterminent son classement, entraînent des déchets, nuisent ou s'opposent à son emploi. Certaines de ces anomalies seront, au contraire, recherchées : c'est le cas des loupes, broussins et bois « figurés » destinés à l'ébénisterie.

c) **Propriétés physiques.** — Vient ensuite l'étude des **propriétés physiques** du bois, en

particulier de son humidité, de sa densité, de sa rétractibilité sous l'influence des variations hygrométriques ambiantes, et de son comportement vis-à-vis de la chaleur, du son, de l'électricité.

Ces caractéristiques physiques déterminent les aptitudes d'emploi et conditions d'utilisation du matériau dans la majorité de ses applications. Elles nous éclairent sur les motifs profonds de certaines habitudes qui semblent irraisonnées, expliquent certaines techniques traditionnelles, comme celles de l'ébénisterie et de la menuiserie par exemple, et conduisent à les modifier lorsqu'elles ne sont plus justifiées, ce qui advient souvent avec les essences nouvelles.

La connaissance précise des propriétés physiques permet, en définitive, de déterminer les applications pour lesquelles l'emploi du bois demeure justifié, de choisir à bon escient les essences convenant le mieux, de préciser les conditions de leur mise en œuvre ou les précautions à prendre pour leur séchage et leur stockage.

Il importera également que les professionnels soient familiarisés avec l'usage des appareils de contrôle et les méthodes d'essais prévus dans les Normes et Cahiers des Charges pour la réception des bois et ouvrages en bois, ou la surveillance des fabrications. A cet égard, on admettra qu'il n'est plus possible aujourd'hui de se fier à l'intuition du réceptionnaire qui soupèse une planche, la tâte ou la fait sonner pour décider si elle est sèche, alors que l'on a le moyen de déterminer presque instantanément sa teneur en eau à 1 ou 2 % près, et que des écarts de cet ordre peuvent entraîner des déboires dans certaines fabrications.

d) **Propriétés mécaniques.** — La Xylogie comporte ensuite l'étude des **propriétés mécaniques** du bois.

Hétérogène et anisotrope, celui-ci n'obéit pas aux lois générales de la résistance des matériaux et n'est pas justiciable des mêmes méthodes de calcul et d'essais.

S'il se comporte d'une façon particulière vis-à-vis de chaque mode de sollicitation et si ses résistances unitaires varient largement avec l'essence considérée, et pour chacune d'elles en fonction de la structure, de la densité et de l'humidité des échantillons, nous avons dit que le bois n'en est pas moins soumis à des lois parfaitement définies qui constituent une mécanique particulière aux

corps fibreux rigides, dont il est le type et que ses résistances et ses déformations se calculent avec une précision comparable à celle obtenue pour les autres matériaux.

Une méthode française d'essai et de qualification du bois, due à Marcel MONNIN, méthode adoptée par un grand nombre d'autres pays, permet de déterminer rapidement les caractéristiques mécaniques essentielles en fonction de la densité et de classer comparativement les essences en vue des emplois faisant intervenir des efforts statiques ou dynamiques. C'est grâce à cette méthode que les espèces tropicales les plus intéressantes du point de vue mécanique sont immédiatement dégagées et que leurs possibilités d'emploi sont mises en évidence.

L'utilisateur peut alors choisir en parfaite connaissance de cause l'essence qui, normalement, répond le mieux à ses besoins, mais il lui faut encore s'assurer que les pièces mises en œuvre offrent effectivement les caractéristiques voulues.

Pour des applications telles que la charpente de bâtiment, les travaux hydrauliques, les ouvrages d'art, la construction aéronautique, etc., il importera, d'une part, de déterminer les résistances sur lesquelles on peut tabler pour l'essence considérée et sur lesquelles pourront être basés les calculs, d'autre part, de vérifier que les bois employés satisfont bien les exigences minima prévues. Ceci entraîne l'exécution d'essais mécaniques de **qualification** et de **contrôle** précisés dans les Normes et Cahiers des Charges et accessoirement d'essais de réception des pièces fabriquées ou de leurs assemblages.

e) **Propriétés chimiques.** — La Xylogie comprend encore l'étude de la composition du bois et des propriétés chimiques de ses constituants. Or, la **chimie du bois** est une science fort complexe et du reste en pleine évolution. C'est ainsi qu'on ne distingue encore que très imparfaitement les diverses celluloses constitutives des membranes et les lignines qui les incrustent, qu'on ignore leur structure moléculaire et leur degré de polymérisation.

Cette connaissance de la composition chimique des bois n'en demeure pas moins essentielle parce qu'elle est à la base de nombreuses industries : **industries extractives** des résines, oléorésines, latex, gommes, essences, tanins et produits tinctoriaux ; **industries de**

transformation du bois par traitements mécaniques ou chimiques, par distillation ou carbonisation, hydrolyse ou fermentation, en vue de l'obtention d'une foule de produits tels que pâtes à papier, cellulose, vernis, explosifs, textiles artificiels, charbon de bois, carburants gazeux, sucres, alcools, acide acétique, acétone, formol, furfurool, créosote, phénols, goudrons, etc., auxquels s'ajoutent aujourd'hui les levures, aliments azotés, vitamines, etc.

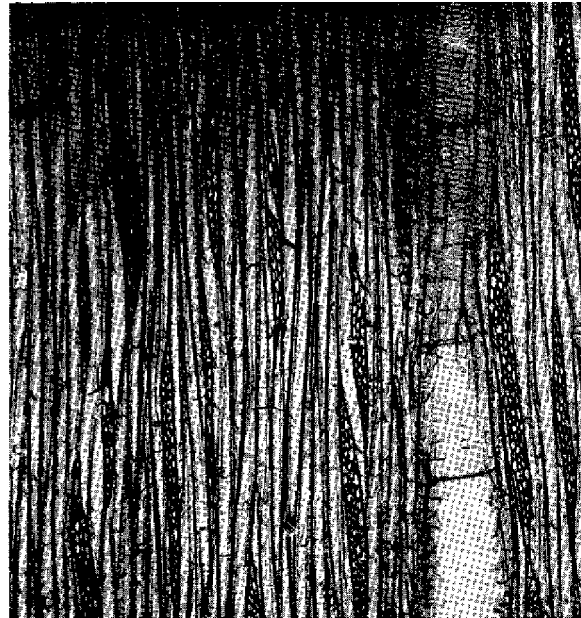
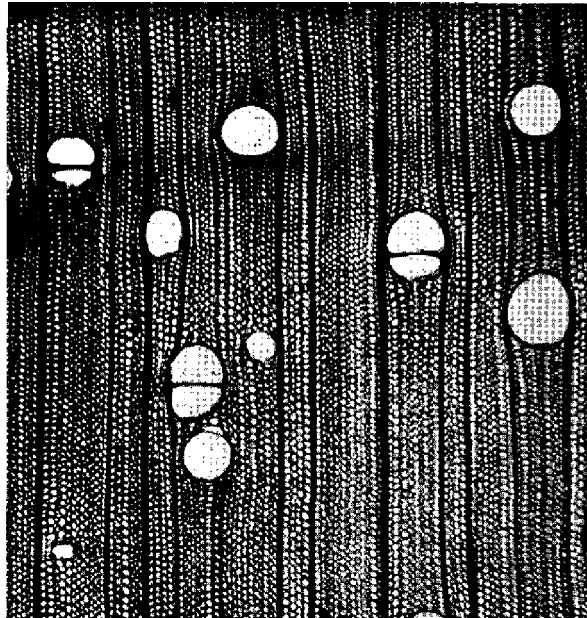
La composition du bois conditionne en outre sa durabilité, sa résistance aux agents physiques et chimiques, aux attaques des insectes et champignons et explique le processus des altérations qu'il peut subir. Connaissant leurs propriétés chimiques, il sera possible de choisir les essences les mieux adaptées aux conditions d'emploi prévues et de déterminer les méthodes et traitements les plus propres à assurer la bonne conservation des bois stockés et mis en œuvre.

f) **Altérations.** — En fait, les altérations auxquelles le bois est sujet diffèrent beaucoup de celles qui affectent les autres matériaux et elles doivent, de ce fait, être étudiées d'une manière approfondie. Alors qu'avec le métal, par exemple, ce sont surtout l'oxydation et la corrosion qui sont à craindre, le bois qui y résiste subit, par contre, des altérations physiologiques ou biotiques.

Les premières sont dues à certaines perturbations survenues durant la vie de l'arbre et notamment à des réactions d'auto-défense du végétal ; elles se traduisent par des modifications plus ou moins marquées de la composition chimique et des propriétés, et par conséquent des possibilités d'emploi.

De nombreux êtres vivants : bactéries, champignons, insectes, mollusques, etc., peuvent, en outre, se nourrir aux dépens du bois et le transformer. Ces ennemis l'attaquent soit sur pied, soit après abatage, soit même une fois mis en œuvre, et il importe, pour se prémunir utilement contre leurs dégâts, de connaître parfaitement l'identité de l'agent destructeur, son cycle évolutif, ainsi que les moyens préventifs et curatifs les plus efficaces.

Soulignons que le problème de la préservation du bois contre ses ennemis, trop longtemps négligé, prend une importance considérable sous les tropiques du fait que le nombre des champignons lignicoles et des insectes xylophages y est extrêmement élevé,



PARASOLIER

(MUSANGA SMITHII R. BN.)

A gauche : section transversale × 25.

A droite : section longitudinale tangentielle × 55.

Le fond du tissu est constitué par des fibres à membranes peu épaisses : vaisseaux assez gros peu nombreux. Parenchyme peu abondant, justavasculaire, invisible à ce grossissement. Rayons élevés, en chicane. En conséquence bois très tendre et très léger, altérable, peu nerveux, facile à travailler, mais chanvreux.

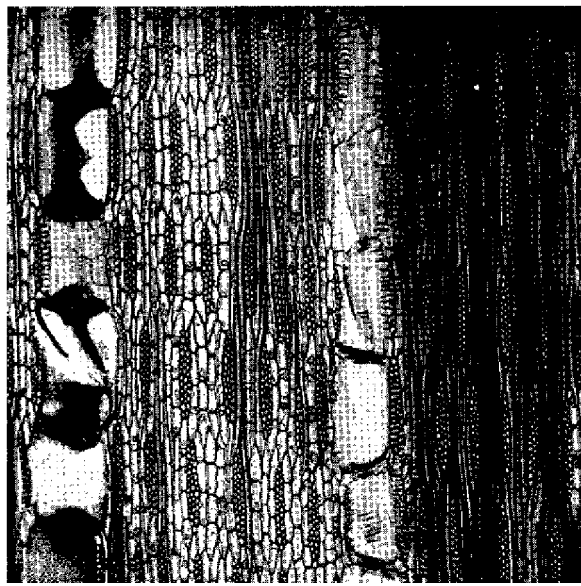
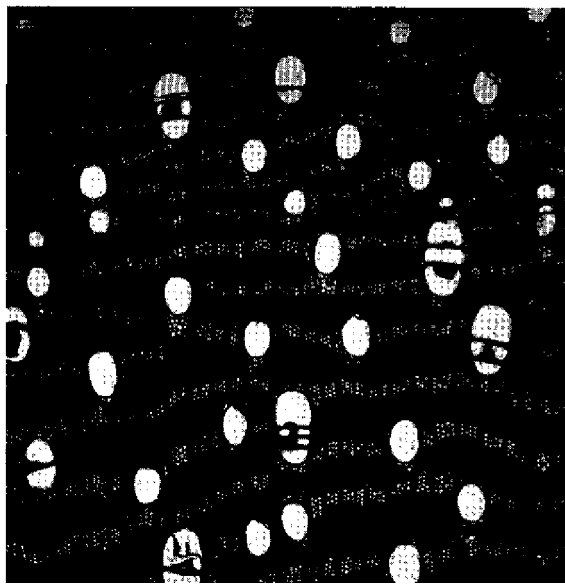
DINA

(DIALIUM DINKLAGEI HARMS)

A gauche : section transversale × 25.

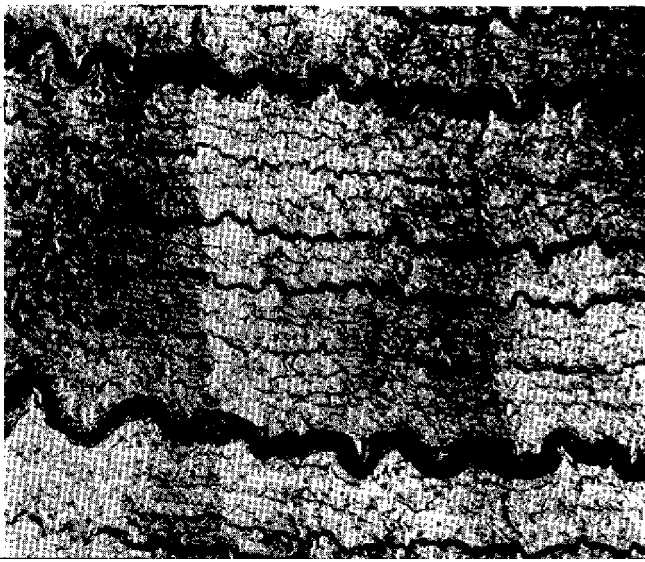
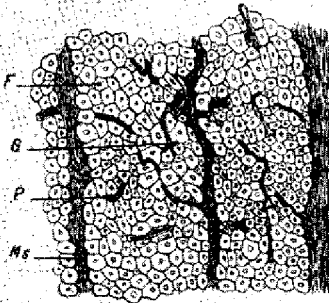
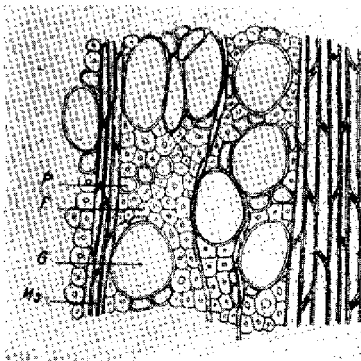
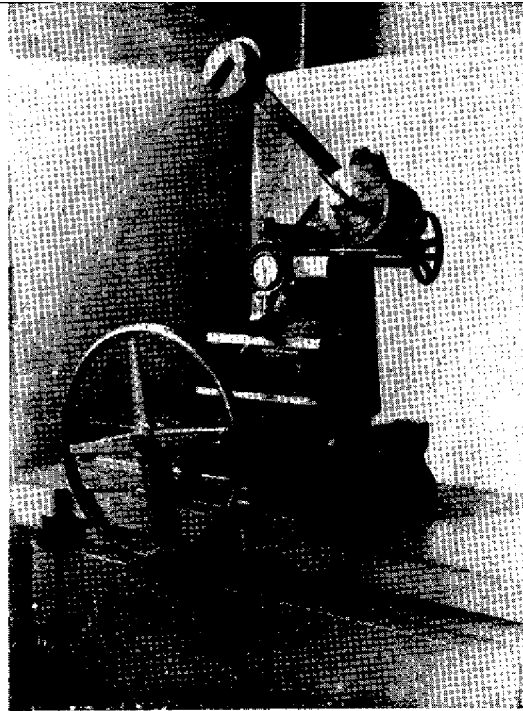
A droite : section longitudinale tangentielle × 55.

La masse du bois est constituée de fibres à membranes très fortement épaissies, en bandes alternant avec des couches concentriques de parenchyme bien distinctes à l'œil nu. Disposition étagée des rayons. Présence de corpuscules siliceux dans les cellules de parenchyme. En conséquence, bois très dur et très dense, durable, nerveux, difficile à travailler, désaffûtant les outils.



Machine universelle pour essai mécanique des bois selon Système MONNIN (Type STAc).

Cette machine comprend un mouton-pendule pour essai au choc et des dispositifs à anneaux dynamométriques permettant d'effectuer les essais de compression axiale, flexion statique, traction perpendiculaire, fendage, cisaillement, dureté, etc... sur éprouvettes standard.



Ci-dessus : Structure schématique du bois de hêtre en section transversale. A gauche, avant et à droite, après compression en flanc. On remarquera la disparition des vides cellulaires et intercellulaires par écrasement des vaisseaux et du parenchyme. Les résistances unitaires sont augmentées proportionnellement à l'augmentation de la densité.

Ci-contre : Aspect de la section transversale du bois de hêtre comprimé à refus (Lignostone). Noter la sinuosité des rayons témoignant du glissement relatif des éléments anatomiques et de la réduction dimensionnelle en sens radial.

tandis que les conditions climatiques sont particulièrement favorables à leur multiplication et leur développement.

g) **Etude monographique.** — Possédant ces connaissances générales sur la structure, la composition, les propriétés et les altérations du bois, on pourra aborder l'étude détaillée de chaque essence et de ses particularités.

Ces **monographies** rassembleront tous les renseignements utiles sur les caractères d'identification, les propriétés spécifiques et les utilisations éventuelles des essences offrant, ou susceptibles d'offrir un intérêt commercial.

Il va sans dire que l'analyse et l'interprétation de la documentation recueillie exigent beaucoup de méthode et d'esprit critique; étant donné la valeur très inégale des observations et de leurs sources. L'examen micrographique, les essais chimiques, physiques et mécaniques fourniront sans doute des données sûres, mais leurs résultats ne sauraient être généralisés que dans la mesure où les études ont porté sur un nombre suffisant d'échantillons convenablement choisis. Il faudra, de toutes façons, tenir compte, selon la méthode statistique, des variations individuelles et signaler les différences habituelles à certaines provenances déterminées.

Quant aux observations relatives aux caractères botaniques et forestiers des essences tropicales nouvelles, à la durabilité, aux conditions d'usinage et aux utilisations de leurs bois, elles paraîtront souvent imprécises, sinon contradictoires, du fait de leur nature sporadique ou de l'insuffisance des moyens d'investigation, et il conviendra toujours d'en discuter la portée avant toute synthèse.

L'ensemble de cette documentation, soigneusement mise à jour, permet d'établir assez rapidement pour ses espèces nouvelles des **fiches de vulgarisation provisoires** que l'on révisera et complètera périodiquement pour finalement aboutir à des **monographies** détaillées.

Bien que plus aisé et moins urgent, le même travail devra également être entrepris pour les bois mieux connus, qu'il s'agisse des espèces indigènes ou des bois coloniaux ou exotiques importés depuis longtemps, car ces bois eux-mêmes ne sont pas toujours correctement employés, soit que nos notions empiriques deviennent insuffisantes à l'égard des problèmes actuels d'utilisation, soit que leur

diffusion dans les milieux intéressés laisse à désirer.

**

Ce vaste ensemble de connaissances ainsi groupées dans la Xylogie permettra évidemment aux forestiers, aux exploitants, aux importateurs, négociants et industriels, de mieux distinguer les diverses espèces, de juger de leur intérêt, de déterminer leurs applications rationnelles et de prendre les précautions particulières qu'exigent leur bonne conservation ou leur mise en œuvre correcte.

Si l'on se place spécialement au point de vue de l'utilisateur, il lui faut, pour choisir à bon escient les essences et provenances convenant à l'emploi qui l'intéresse, dégager au préalable les critères correspondant à cet emploi en les sériant par ordre d'importance et rechercher ensuite les espèces qui répondent à chacune de ces conditions, ou tout au moins aux principales d'entre elles.

Il faut avouer que bien peu d'industriels ou d'artisans se livrent à cette analyse lorsqu'ils recherchent une espèce ligneuse nouvelle; de ce fait, leurs expériences désordonnées se révèlent souvent fastidieuses, décevantes et onéreuses.

Certaines industries ont ainsi abandonné l'espoir de trouver un jour une essence susceptible de remplacer leur matière première traditionnelle et voient leur activité se restreindre, faute d'un approvisionnement suffisant. N'est-ce point le cas des fabricants de crayons, de matériel textile, d'articles de sport, etc., qui se trouvent actuellement handicapés par les difficultés d'importation de certains bois américains, devenus rares et coûteux ?

La plupart du temps, la recherche d'essences succédanées et les essais de substitution correspondants sont inspirés par des appellations commerciales impropres, fondées sur une vague similitude d'aspect avec des bois bien connus du commerce et tendant à attribuer les mêmes propriétés aux essences nouvelles. Il convient de mettre en garde les utilisateurs contre le danger de telles assimilations et de souligner qu'on ne peut comparer globalement deux essences, mais seulement rapprocher entre elles leurs caractéristiques de même ordre pour apprécier la valeur relative de ces bois en vue d'un **emploi déterminé.**

L'attention portera essentiellement :

a) Pour l'ébénisterie et la marqueterie, sur des considérations esthétiques, puis sur la rétractibilité et les facilités de finition ;

b) Pour la menuiserie, sur des considérations physiques et technologiques (densité, dureté, rétractibilité, facilités d'usinage) ;

c) Pour la charpente et tous les emplois subissant des charges, sur les cotes de résistances statiques ;

d) Pour les emplois exposés à des chocs et vibrations, sur la cote dynamique et la limitation d'endurance aux efforts répétés (fatigue).

**

Le nombre des espèces ligneuses est considérable et leur gamme fort étendue. On compte, en effet, plus de 20.000 essences différentes, dont plusieurs milliers d'un intérêt commercial certain, et leur densité s'échelonne entre 100 et 1.400 kilos au mètre cube, la plupart de leurs autres propriétés variant sensiblement dans les mêmes proportions.

En conséquence, dans les limites compatibles avec la nature du matériau, l'utilisateur devrait toujours pouvoir trouver une ou plusieurs essences offrant les caractéristiques exigées pour l'emploi projeté.

Mieux encore, on peut aujourd'hui, par des traitements appropriés, modifier profondément les propriétés des bois naturels, corriger leurs défauts, accroître leurs résistances unitaires et ainsi élargir considérablement la gamme des matériaux ligneux mis à la disposition des utilisateurs.

Sans nous étendre ici sur les récentes techniques d'amélioration du bois, sujet sur lequel nous nous réservons de revenir, indiquons simplement que, basées essentiellement sur la possibilité de le comprimer en flanc jusqu'à la densité voulue et de l'imprégner de résines, elles permettent de faire varier à volonté ses caractéristiques physiques et mécaniques, au besoin à l'intérieur d'une

même pièce, de manière à l'adapter exactement aux exigences de l'emploi.

On peut obtenir ainsi, en partant d'une essence donnée, soit une série continue de produits de densité, de dureté et de résistances mécaniques croissantes, soit des matériaux composites offrant des caractéristiques tout à fait particulières, intermédiaires entre celles des bois naturels, des matières plastiques ou des alliages légers.

Ces nouveaux procédés, qui empruntent à la métallurgie des alliages légers ou à l'industrie des matières plastiques leur matériel et leurs méthodes de laminage, d'emboutissage ou de moulage, bouleversent du reste complètement les données relatives à l'usinage du bois et à sa mise en œuvre, tout en étendant considérablement ses possibilités d'emploi.

**

De cet exposé sommaire, on peut conclure que l'empirisme fait aujourd'hui faillite dans l'exploitation forestière et l'industrie du bois. Il importe donc que ces activités adoptent résolument des méthodes scientifiques, modernes, notamment en vue d'une utilisation rationnelle des immenses ressources ligneuses tropicales.

Tout porte du reste à croire que nous entrons désormais dans l'ère des plastiques, en particulier de la cellulose, et que l'on va à nouveau découvrir le bois. Celui-ci en est non seulement la source la plus abondante, mais aussi la forme naturelle la plus remarquable par ses caractéristiques exceptionnelles et la versatilité de ses usages. La possibilité de l'associer aux plastiques de synthèse pour l'obtention d'une gamme étendue de matériaux nouveaux va élargir encore l'étendue de ses emplois et feront de ce vieux matériau l'un des plus modernes.

J. COLLARDET.

*Conseiller Technique à la Direction
du Bois du Ministère de
l'Industrie et du Commerce.*