

La variabilité du bois : exemple des taillis de châtaigniers méditerranéens *Castanea sativa* Mill.

Bernard CHANSON*

Introduction

Qu'est-ce que la variabilité et pourquoi étudier la variabilité du bois produit par une essence ? Des expressions courantes telles que bonne provenance, bonne station pour les peuplements ou bois de bonne ou mauvaise qualité pour la production de ces peuplements expriment de façon empirique la réalité de la variabilité. Nous allons brièvement exposer les origines et les conséquences de cette variabilité et illustrer notre propos par un exemple concret : le châtaignier.

La variabilité une propriété fondamentale du bois

Origine de la variabilité

La variabilité d'un bois a plusieurs origines que l'on peut séparer en deux catégories : variabilité liée à des facteurs intrinsèques; variabilité liée à des facteurs externes.

Les facteurs externes

Ils représentent toutes les variations du milieu qui induisent des modifications dans les modalités de la croissance d'un peuplement dans l'espace et dans le temps. Dans l'espace par les variations macroclimatiques et édaphiques qui s'exercent sur l'aire de répartition naturelle ou artificielle d'une espèce, et dans le temps par les variations climatiques annuelles locales et l'évolution des peuplements. La typologie des stations forestières, basée sur la description des associations phytosociologiques ou des groupes végétaux, en donnant la possibilité d'évaluer les potentialités d'une station, est un bon exemple de la prise en compte de la diversité du milieu sur la variabilité observée dans les peuplements.

*Laboratoire de mécanique générale des milieux continus, Université des sciences et techniques du Languedoc. Place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier cedex.



Châtaignier. Photo F. B.

DÉBATS

Dès 1901, Flahault énonçait : « La station comprend l'ensemble des facteurs physiques et biotiques agissant sur une localité dans la mesure où ils influent sur la végétation ». Cette définition sous-entend qu'à une station donnée correspond une limite de productivité mais aussi une sylviculture (ou un aménagement) particulière. Concernant l'évolution des peuplements dans le temps, la sylviculture joue un rôle important par ses effets régulateurs dans la compétition entre arbres et la sélection des tiges les mieux conformées.

Les facteurs intrinsèques

Ils peuvent être divisés en deux parties, évidemment très liées, qui expriment l'originalité du matériau bois :

- l'anisotropie du bois qui résulte, au niveau du bois, de la stratégie d'occupation de l'espace d'un individu,
- l'origine biologique du bois : par cette expression, nous entendons l'ensemble des propriétés communes des êtres biologiques (reproduction, adaptation à un milieu, structure cellulaire, capacité de réponse à un stress, autorégulation, etc.) qui confèrent à ce matériau des caractéristiques tout à fait originales dès le stade de sa « fabrication ».

Les aspects de la variabilité

Particularités liées à l'origine biologique du bois

Les facteurs d'origine biologique influant sur le bois sont le polymorphisme génétique, l'évolution phénologique de chaque espèce et les caractéristiques propres du plan ligneux de l'espèce.

Le plan ligneux, défini au niveau spécifique, est l'ensemble des caractères concernant la nature (type cellulaire) et la disposition (organisation fonctionnelle) des éléments constitutifs du bois. Le plan ligneux a parfois une hétérogénéité importante.

La phénologie de l'arbre intervient par la modification structurale du bois produit (bois juvénile, bois adulte), son évolution physiologique (aubier, duramen, propriétés physicochimiques des parois cellulaires) et son influence sur l'évolution morphologique des arbres (contraintes de croissance, bois de réaction, présence de nœuds, réaction à des traumatismes).

La variabilité structurale observée résulte des interactions de ces différents facteurs et de leurs effets sur la croissance cambiale.

L'étude de la variabilité doit donc s'attacher non seulement à quantifier cette variabilité, mais encore tenter d'en séparer les composantes, d'évaluer leurs interactions et d'en déterminer l'origine.

L'anisotropie

Le caractère anisotrope du bois, c'est-à-dire les variations des propriétés

tant structurales que mécaniques selon les directions considérées, est parfois très important. Cette anisotropie découle des modalités de croissances des arbres qui définissent les trois directions privilégiées d'étude d'un bois.

La croissance en volume d'un arbre est le résultat de deux phases de croissance :

- la croissance en hauteur qui dépend de la multiplication cellulaire au niveau des méristèmes apicaux et d'une élongation de ces cellules suivant un axe vertical. Cela donne une première direction en relation avec la croissance en hauteur : l'axe longitudinal,
- la croissance en diamètre résulte du fonctionnement d'un méristème secondaire, le cambium. Ce cambium est composé de deux types de cellules dont la multiplication et la différenciation donnent naissance à tous les éléments constitutifs du bois.

L'organisation de ces deux types cellulaires, suivant un axe longitudinal et un axe perpendiculaire à un rayon de la tige, décrivent le plan tangentiel. L'axe passant par le diamètre biologique de l'arbre et l'axe longitudinal définissent le plan radial. Deux axes diamétraux forment le plan transversal.

L'anisotropie de certaines propriétés du bois, telles que les retraits, a pour origine l'ultrastructure des parois cellulaires. L'organisation de ces parois, élaborée pendant la différenciation cellulaire, peut être modifiée par des réponses biologiques à des stimuli externes (cas de bois de réaction, des tissus traumatiques) ou par la phénologie de l'arbre (cas de la distinction bois adulte/bois juvénile).

La variabilité interspécifique

Enfin, pour terminer ce bref tour d'horizon de la variabilité, nous citerons la plus connue, la variabilité interspécifique, qui montre à l'évidence que le terme générique de bois recouvre en réalité toute une gamme de matériaux qui ont en commun leur origine biologique et une composition chimique proche.

Conséquences de la variabilité

L'étude de la variabilité permet non seulement d'analyser l'effet des actions du milieu au sens large sur la qualité du bois, mais aussi parfois de mettre en évidence des peuplements ayant des caractéristiques particulièrement intéressantes. Le champ d'application de ces études devient de plus en plus vaste : par exemple, toute étude technologique d'un bois doit inclure cette variabilité par un échantillonnage rigoureux et la prise en compte de l'hétérogénéité de la structure et des propriétés physiques et mécaniques. Dans le do-

main sylvicole, toute intervention devrait également se préoccuper de son influence sur la variabilité et donc sur la qualité du bois produit.

Cette variabilité, si elle complique énormément le travail des chercheurs étudiant le bois, a permis par la souplesse qu'elle confère au matériau bois, aux producteurs et utilisateurs du bois d'exercer tout leur talent pour réaliser au mieux sa production et sa transformation.

L'émergence de systèmes économiques plus performants, mais aussi plus exigeants nécessite une amélioration de nos connaissances sur le bois, et ceci d'autant plus rapidement que le passage du laboratoire à l'application industrielle est souvent longue. Dans le même ordre d'idée, le passage à la production industrielle, et donc la mise au point de technologies nouvelles, impose d'avoir une connaissance approfondie de la ressource disponible tant quantitativement que qualitativement.

Méthodologie

Les moyens techniques dont nous disposons pour ces études sont ceux de l'anatomie classique (microtomie, microscopie optique et électronique, etc.) et des sciences du bois (radiographie, microdensitométrie, mesure des propriétés mécaniques, etc.).

Le traitement des données fait appel à des outils statistiques relativement sophistiqués basés sur l'analyse de variance.

La variabilité observée est exprimée sous forme d'écart type ou de coefficient de variation, et décomposée en :

- variabilité interplacette, qui traduit les variations des caractéristiques moyennes en passant d'une placette à l'autre,
- variabilité intraplacette, qui indique les variations observées lorsqu'on passe d'un arbre à un autre dans une même placette,
- variabilité intra-arbre, qui traduit les variations liées au passage d'un cerne à l'autre au sein d'un même arbre.

Des tests statistiques permettent d'apprécier la signification ou non des différences observées.

Exemple du châtaignier

En région méditerranéenne, le châtaignier forme une zone de transition entre l'étage euméditerranéen du chêne vert et l'étage montagnard du hêtre (*Fagus sylvatica* L.). Il appartient à la série de la chênaie acidiphile du chêne pubescent (*Quercus pubescens* Willd.) de l'étage supraméditerranéen. Dans les Pyrénées, il est associé au chêne-liège (*Quercus suber* L.).

Les arbres étudiés proviennent de huit placettes des Pyrénées-Orientales. Ce sont tous des brins de taillis où la

seule intervention est « l'éclaircie traditionnelle » menée vers l'âge de dix ans. Sur chaque brin, choisi à raison de un brin par cépée, on a prélevé deux carottes diamétrales et perpendiculaires, en prenant comme azimuth de base la ligne de plus forte pente du brin. On a de plus récupéré les billons où ont été faits les prélèvements. Les mesures des retraits et les profils microdensimétriques ont été réalisés sur les carottes. Des rondelles et des échantillons complémentaires issus du billon ont servi pour l'étude anatomique.



Châtaignier un an après la taille de régénération. Photo F. B.

Étude de la variabilité du bois

Les résultats présentés ici insisteront plus particulièrement sur la densité et la largeur des accroissements annuels. En effet, la densité, très dépendante de la largeur de cerne, est un critère important pour l'évaluation des qualités du bois car elle est généralement corrélée positivement avec les propriétés mécaniques.

Le tableau Ia présente les résultats au niveau intraplacette global, obtenus à partir des valeurs moyennes par arbre. Une analyse de variance montre que « l'effet placette » (c'est-à-dire des valeurs caractéristiques dues à l'appartenance à une placette), significatif dans la plupart des cas, est important.

Le tableau Ib expose la même analyse en prenant le cerne de croissance annuel comme unité. Au niveau intraplacette global, on remarque une variabilité très importante et un effet intraplacette faible. Les différences significatives entre bois de tension et bois opposé sont notées par une *.

Tableau Ia

	X	ET	CV	EP
LC	31,35	8,73	27,77	49,17
D _{Max}	851,42	53,82	6,33	40,75
D _{Min}	851,42	53,82	6,33	40,75
D _{Moy}	607,75	56,60	9,31	39,42
HD	526,69	51,07	9,69	26,83

Analyse intraplacette globale par arbre

Tableau Ib

	X	ET	CV	EP
LC	30,82	15,10	48,99	20,10
D _{Max}	852,20	87,50	10,26	17,04
D _{Min}	324,80	79,03	24,30	5,43
D _{Moy}	607,50	80,60	13,10	17,96
HD	527,40	95,28	18,07	—

Analyse intraplacette globale par cerne
X : moyenne; ET : écart-type; CV : coefficient de variation (%); EP : effet placette (% de variance).

Il ressort de ces deux tableaux que si l'appartenance à une placette est très importante pour différencier les arbres, elle l'est beaucoup moins pour les cerne. Une analyse analogue, placette par placette, montre que la variabilité intra-arbre est le facteur le plus générateur de variance. On observe donc, au niveau des cerne, une variabilité très forte (de 13 à 50 %) dont l'origine peut être décomposée ainsi :

- 5 à 20 % de la variance totale d'origine interplacette,
- 10 à 50 % de la variance totale d'origine interarbre,
- 50 à 80 % de la variance totale d'origine intra-arbre.

Étude des corrélations entre quelques paramètres physiques directement liés à l'anatomie

La connaissance de la variabilité n'est pas en elle-même explicative des relations qui unissent les divers paramètres étudiés. L'étude de ces relations permet au sylviculteur de prévoir en partie les modifications en chaîne consécutives à une intervention sur un peuplement. Si les conséquences d'une intervention sylvicole sont souvent bien connues en ce qui concerne la croissance en hauteur et en diamètre, elles sont très souvent ignorées en ce qui concerne la qualité du bois.

Les résultats obtenus pour quelques-unes de ces corrélations sont présentés dans le tableau II. Le tableau III montre les corrélations des différents paramètres avec l'âge des cerne (compté à partir du cœur des brins). Quelque soit le secteur, l'âge de formation des cerne est le facteur principal pour décrire les caractéristiques des cerne.

Le tableau IV montre les corrélations entre la largeur de cerne et plusieurs

autres paramètres en fonction de l'âge des cerne. Ce résultat démontre une fois de plus l'importance de « l'effet âge » sur la construction des cerne.

Tableau II

	D _{Max}	D _{Min}	D _{Moy}	HD
LC	0,106 **	0,171 ***	0,043 NS	-0,145 NS

Corrélations intra-placette

Tableau III

	LC	D _{Max}	D _{Min}	D _{Moy}
Âge	-0,987 ***	-0,901 ***	-0,951 ***	-0,950 ***

Corrélations des différents paramètres avec l'âge des cerne

Tableau IV

	D _{Max}	D _{Min}	D _{Moy}
LC	0,886 ***	0,386 NS	0,945 ***

Corrélations LC/autres variables par tranche d'âge

Discussion

On peut tenter d'extraire de ces résultats quelques orientations d'intérêt pratique pour les sylviculteurs :

— la qualité du bois produit peut être directement améliorée par une(des) intervention(s) sylvicole(s) susceptible(s) de stabiliser la croissance pendant la durée de maturation du peuplement. Soit en la limitant dans les premières années, soit en tentant de maintenir la forte croissance initiale. Le choix dans cette alternative dépend en fait de l'objectif poursuivi et des potentialités de la parcelle;

— tenir compte de la variabilité inter-parcelle. Pour ce faire, chaque recépage devrait être l'occasion d'évaluer la quantité du bois produit et d'en tirer des conclusions pour le devenir du futur peuplement;

— le traitement en taillis à courte révolution est en lui-même le plus important facteur générateur de variabilité.

Cet exemple relativement simple montre bien la complexité de la mise en œuvre d'une sylviculture adaptée au peuplement considéré ! En effet, la diminution naturelle de la croissance non corrigée à temps est très défavorable à l'obtention d'un bois de bonne qualité.

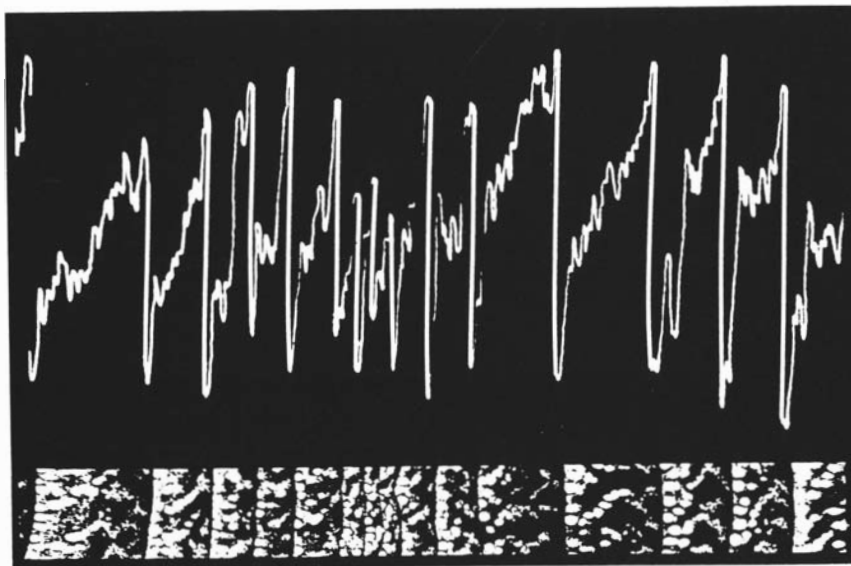


Planche 1

Profil microdensitométrique et radiographie d'une tige de châtaignier. On observe nettement la baisse de croissance liée à la fermeture du couvert (a), puis une reprise de croissance, certainement liée à la mortalité naturelle des brins dominés de la même cépée (b), et l'effet très net de l'éclaircie réalisée dans la 10^e année. On remarque les variations de densité du bois consécutives à ces variations de croissance.

Mais le problème qui se pose alors est de savoir si la structure du peuplement permettait d'intervenir plus tôt ou différemment, et ce avec un coût raisonnable.

Conclusion

Les taillis étudiés sont typiques de la ressource actuelle qui se caractérise non seulement par une absence de sylvicul-

ture, mais également par un manque d'objectifs précis pour la valorisation du bois produit. Cette situation, qui résulte d'un relatif abandon du châtaignier tant de la part des propriétaires que des utilisateurs potentiels, pose actuellement des problèmes pour l'utilisation des peuplements actuellement en âge d'exploitation et hypothèque également l'avenir du châtaignier.

Le taillis simple à courte révolution, avec une amélioration de la sylviculture,

paraît être le meilleur moyen de production en considérant que le vieillissement des peuplements est un facteur de risque pour l'apparition de nombreuses pathologies du châtaignier. Cette essence à forte productivité (jusqu'à 12 m³/ha/an) présente par ailleurs de nombreuses autres qualités qui devraient lui assurer non seulement sa place dans le paysage mais aussi un avenir dans l'industrie du bois.

B. C.

Valorisation des bois de chênes méditerranéens par le tranchage : chênes verts, chênes pubescents, chênes-lièges

Rémy MARCHAL

L'étude en cours concerne les valorisations possibles des bois de chênes méditerranéens, que l'on pressent posséder de bonnes propriétés mécaniques, en matériaux de structure (lamibois), de décoration (placages d'ébénisterie, revêtements muraux), parquet-lambris...

L'étude a été amorcée en février 1986 et bénéficie de la première « bourse interrégionale de valorisation des produits de la forêt méditerranéenne »,

créée en 1985 par l'association Forêt méditerranéenne. Elle comporte deux volets expérimentaux :

— la recherche des paramètres de coupe adaptés au tranchage des bois durs que sont ceux des chênes méditerranéens (angle de dépouille, taux de compression, vitesse de coupe, température et durée d'étuvage des bois avant tranchage...) afin d'établir des tables de réglage par essence et par épaisseur

souhaitée. Cet aspect est traité au Laboratoire de mécanique générale des milieux continus (LMGMC) de l'Université des sciences et techniques du Languedoc (USTL), Montpellier. Le matériel expérimental est constitué de rondelles des trois essences qui sont déroulées sur une dérouleuse expérimentale permettant la saisie des efforts sur la face de dépouille et la face d'attaque du couteau ainsi que sur la barre de pres-