

Étude des caractéristiques mécaniques du pin noir France entière

Centre technique du bois et de l'ameublement*, Ecole des Mines d'Alès**

La nécessité de mieux connaître les caractéristiques technologiques et notamment mécaniques des résineux français

Le problème

La France importe près de 2 millions de m³ de sciages résineux pour une consommation totale de sciages résineux de 7,7 millions de m³. La grande majorité des sciages résineux importés est utilisée pour la construction. Parallèlement, la forêt résineuse française entame grâce aux plantations réalisées avec l'aide du Fonds forestier national depuis la guerre, une montée en puissance sans précédent... Dès l'horizon 1990/1995, 4 à 5 millions de m³ de bois supplémentaires (soit 1 à 2 millions de m³ de sciages) viendront sur le marché et à l'horizon 2010, la production actuelle de résineux sera multipliée par 2 pour passer de 15 millions de m³ grumes à 30 millions de m³ grumes.

Il est donc nécessaire, face à cette situation, de chercher toutes les possibilités de développement de l'utilisation des bois français, à commencer par des possibilités de substitution de ceux-ci aux bois importés. Pour la construction, c'est-à-dire l'utilisation des pièces en bois en emplois travaillants, les architectes, concepteurs, bureaux d'études, s'appuient pour leurs calculs et la réalisation des ouvrages sur des valeurs des résistances mécaniques qui, compte tenu des risques de sinistre, ont été arrêtées par une norme. Cette norme NF-B 52.001 a été établie en 1946 et les valeurs qu'elle contient ont essentiellement été déterminées à partir d'essais réalisés sur des éprouvettes de bois de petite dimension et sans défaut. Toujours est-il que celle-ci n'est pas particulièrem

ièrement favorable aux bois français. De plus, cette norme ne donne pas de valeurs pour toutes les essences de bois français.

La révision des textes qui s'impose dans le contexte décrit ci-dessus nécessite l'acquisition de connaissances sur des pièces de bois en dimension réelle, puisque ce ne sont pas des petites pièces de bois sans défaut qui sont mises en œuvre, mais bien des pièces de bois avec leurs nœuds, fentes, gerces, singularités, etc. et nous ne connaissons pas aujourd'hui les lois de passage qui nous permettraient, connaissant les caractéristiques mécaniques de pièces sans défaut de petites dimensions, de passer aux caractéristiques mécaniques de pièces en dimension d'emploi.

Les travaux en cours

Un certain nombre de travaux sur les pièces de bois en dimension d'emploi ont été lancés. Ceux-ci ont permis, pour le sapin, l'épicéa, le pin maritime, ainsi que le peuplier, d'élaborer les cahiers CTB n° 124 « Les résineux français », n° 123 « Le peuplier en structure » et n° 128 « Le Douglas ». Ces cahiers définissent de nouveaux systèmes « classement-valeurs associées » mieux adaptés au bois français, ils préfigurent le contenu de la future norme. La norme NF-B 52.001 est en cours de révision. Il s'agira d'un texte « ouvert » permettant d'y incorporer au fur et à mesure qu'ils seront acquis les résultats obtenus sur les différentes essences de bois français.

Ces travaux nécessitent des études relativement longues et lourdes, puisque compte tenu des risques de sinistre, il est nécessaire pour une essence donnée

de travailler au niveau de la France entière. En effet, il n'est pas évident, par exemple, que le sapin de Normandie ait les mêmes qualités que le sapin des Vosges. En supposant que le premier ait des caractéristiques mécaniques plus faibles que le second, on imagine facilement les risques qui seraient pris si l'on utilisait, pour le sapin de Normandie, les valeurs des caractéristiques mécaniques du sapin des Vosges. Les pièces de bois voyageant beaucoup, étant dans l'impossibilité de reconnaître une planche de sapin des Vosges d'une planche de sapin de Normandie, il faut pouvoir établir des chiffres valables pour l'ensemble des bois français.

Le cas du pin noir

Dans la norme, le pin noir est cité avec la mention suivante « essence pouvant être utilisée, les contraintes admissibles sont à déterminer d'après essais ». Ces essais n'ont, jusqu'ici, jamais été effectués. Certes, des essais au coup par coup, pour un chantier donné, peuvent être réalisés. Ils résoudront un problème ponctuel, mais ils ne résoudront pas le problème général de l'utilisation du pin noir et, de toute façon, ils augmenteront le coût du chantier déterminé. Il est donc nécessaire pour le pin noir de progresser vers une solution globale « France entière » tenant compte des principales zones de peuplement de cette essence.

L'importance du pin noir

Le pin noir en France

L'inventaire forestier national montre que le pin noir occupe au total

*CTBA, 10, avenue de Saint-Mandé, 75012 Paris.
**Enstima 6, avenue de Clavières, 30107 Alès Cedex.



Les bois méditerranéens, ces inconnus... Photo Joël Laurent (Diaporama)

174 000 ha, soit une superficie un peu inférieure à celle du Douglas qui, lui, occupe 200 000 ha, et que celui-ci se répartit en deux groupes de régions :

– un groupe de régions Nord composé de : la Lorraine, la Bourgogne et la Champagne,

– un groupe de régions sud composé de : Provence-Alpes-Côte d'Azur, Languedoc-Roussillon et Rhône-Alpes.

Nord : (47 645 ha)

Lorraine : 15 145 ha

Meuse	9 268
Meurthe-et-Moselle	2 963
Vosges	1 640
Moselle	914

Bourgogne : 19 895

Côte-d'Or	9 608
Yonne	8 849
Nièvre	448
Saône-et-Loire	990

Champagne : 12 605

Marne	4 105
Haute-Marne	4 039
Aube.....	3 267
Ardennes	1 194

Sud : (93 035 ha)

Provence-Alpes-Côte d'Azur : 35 396

Alpes de Haute-Provence	21 692
Vaucluse	4 039
Hauts-Alpes	3 267
Alpes-Maritimes	1 194
Var	156
Bouches-du-Rhône.....	58

Languedoc-Roussillon : 31 896

Lozère	14 898
Aude	7 802
Hérault.....	6 030
Gard.....	2 593
Pyrénées-Orientales	573

Rhône-Alpes : 24 743

Drôme	19 238
Ardèche	3 059
Isère	1 376
Loire.....	353
Rhône	336
Haute-Savoie	199
Ain	120
Savoie	62

Place du pin noir dans les régions Nord

En Lorraine et en Champagne, le pin noir a surtout été utilisé pour restaurer les sols dévastés par la guerre. Il a végété sur des sols difficiles et les produits sont aujourd'hui de diamètre relativement faible et de qualité très moyenne. En Bourgogne, les peuplements s'avèrent de meilleure qualité.

Place du pin noir dans les régions Sud

Les peuplements de qualité variable donnent des produits tout à fait intéressants. On distingue des peuplements adultes avec de gros bois et beaucoup de jeunes peuplements à éclaircir.

Objectifs de l'étude

Caractérisation du pin noir pour la France entière

L'objectif de cette étude est la caractérisation du pin noir pour la France entière afin de pouvoir éditer un cahier du type du cahier CTB n° 124 et incorporer ces résultats dans la nouvelle norme NF-B 52.001. Seule cette solution permettra de promouvoir l'utilisation du pin noir. Elle nécessite la réalisation de prélèvements statistiques d'échantillons dans les principales régions productrices de cette essence.

Établir les principales caractéristiques mécaniques et les classements associés pour des pièces de bois en dimension d'emploi

Les caractéristiques mécaniques d'une population donnée de pièces de bois sont bien évidemment fonction du classement des dites pièces; l'étude cherche donc à déterminer un système de classement simple à appliquer et aussi performant que possible, l'ensemble étant acceptable sur le plan économique.

Les caractéristiques mécaniques à déterminer sont les suivantes :

- contraintes admissibles de compression transversale, de cisaillement longitudinal, de traction transversale, de traction axiale, de flexion et de compression parallèle;

- module conventionnel de déformation : cisaillement, longitudinale en flexion pure, longitudinale effort tranchant inclus.

Étude des caractéristiques mécaniques des éprouvettes normalisées (éprouvettes de petites dimensions sans défaut)

Nous avons souligné précédemment que la connaissance actuellement acquise l'est essentiellement sur des éprouvettes de petites dimensions et sans défaut. Afin de pouvoir situer le pin noir par rapport aux autres essences, il est donc nécessaire de réaliser ce type d'essais. En outre, ces essais nous permettront d'essayer d'établir les lois de passage entre les éprouvettes sans défaut et les pièces en dimension commerciale. La recherche de ces lois de passage devrait permettre de progresser dans la modélisation des comportements mécaniques du bois et devrait permettre ultérieurement de réduire le coût d'études de ce type.

Importance de l'échantillonnage

Pour les principales caractéristiques mécaniques, une différence de l'ordre de 10 % permet de passer d'une classe à la classe supérieure. Il est donc souhaitable d'essayer de cerner une différence significative de cet ordre, soit entre les différentes provenances (régions Nord, régions Sud), soit entre différents types de classement possible.

Il est prévu de réaliser trois prélèvements pour le Nord et trois pour le Sud à raison d'un prélèvement par région.

Pour un prélèvement donné, la combinaison des besoins, en nombre d'arbres pour assurer la représentativité statistique des différentes stations d'une région et en nombre de pièces de bois pour pouvoir effectuer un classement fiable, conduit à prélever 100 arbres donnant deux fois 230 pièces environ, puisqu'il est nécessaire d'avoir deux séries de 230 pièces de dimension différente. Au total, dans les régions Sud dans lesquelles l'Enstima intervient seulement, 300 arbres seront donc prélevés et 1 400 pièces en dimension commerciale seront essayées jusqu'à la rupture.

Déroulement des essais

Échantillonnage

Il est procédé à l'inventaire de placettes de prélèvement possible avec les services locaux (CRPF, DDA, ONF, Serfob, professionnels...). Une placette est constituée par un emplacement connu dans lequel se trouvent assemblés les types d'arbres correspondants aux échantillons recherchés.

Quarante placettes ont été proposées pour l'ensemble des régions Sud, et une fiche descriptive a été établie pour chacune d'elles. Dix placettes ont été sélectionnées, de manière à constituer un échantillonnage représentatif. Le programme n'a pas été encore amorcé en régions Nord.

Récolte, sciage, séchage

Après visite des placettes par des représentants du CTBA et de l'Enstima, il est procédé à l'abattage. Les échantillons sont alors soigneusement référencés et une fiche descriptive de l'arbre est établie. Les grumes sont tronçonnées en longueurs de 3 m. Le sciage est effectué dans une scierie locale selon un plan de débit bien déterminé, afin d'obtenir les éprouvettes nécessaires aux essais. Cette opération est réalisée en présence de représentants des deux organismes. Les pièces débitées sont soigneusement référencées, elles portent le numéro du billon dont elles sont issues. Les éprouvettes destinées aux essais sont ensuite séchées jusqu'à une humidité de 15 %.

Relevé des singularités

Les singularités des pièces de section commerciale sont relevées avant essais : nœud : dimension, position; largeur des cernes annuels; pente du fil; débit; présence de moëlle, aubier, fente...

Essais mécaniques des pièces de dimensions commerciales

Flexion

Les essais sont exécutés sur des éprouvettes de : 40 × 101 mm de section et de 2 m de longueur avec une portée de 1,80 m; 50 × 150 mm de section et de 3 m de longueur avec une portée de 2,70 m,

Les caractéristiques suivantes sont mesurées avant essai : section de la pièce, longueur et masse pour détermination de la masse volumique, humidité au moyen d'un appareil électrique.

L'essai de flexion est effectué par charge symétrique appliquée en points disposés au tiers et aux deux tiers de la portée. Le module d'élasticité est déterminé à partir de la déformation relevée dans la partie soumise à la flexion pure. L'effort est augmenté jusqu'à la rupture et la contrainte correspondante est calculée.

Traction

Cet essai est réalisé sur des éprouvettes de 35 × 100 mm de section et de 2 m de longueur. Il porte sur un élément pour chacun des billons dans lesquels sont débitées des pièces de 40 × 100 mm. Seule la résistance à la rupture est déterminée.

Compression

L'essai est effectué sur une éprouvette de 40 × 100 mm de section et de 200 mm de longueur. La contrainte de rupture est déterminée.

Cisaillement

L'essai de cisaillement est exécuté sur des éprouvettes de 500 × 500 mm de surface et de 15 mm d'épaisseur. L'éprouvette est composée de lames de différentes largeurs collées entre elles à plat joint. Pour chaque région, il est procédé à l'essai d'une éprouvette sur dosse et une sur quartier. Le module de glissement et la contrainte de rupture sont déterminés.

Essais de qualification

Ces essais sont effectués conformément aux spécifications des normes :

NF B 51.003 Conditions générales des essais physique et mécanique

NF B 51.004 Détermination de l'humidité

NF B 51.005 Détermination de la masse volumique

NF B 51.006 Détermination du retrait

NF B 51.007 Essais de compression axiale

NF B 51.008 Essais de flexion statique

NF B 51.009 Essais de flexion dynamique

NF B 51.010 Essais de traction perpendiculaire aux fibres

NF B 51.011 Essais de fendage

NF B 51.012 Essais de cisaillement

NF B 51.013 Détermination de la dureté Monin

Caractéristiques morphologiques

Ces éléments sont déterminés sur une rondelle de 5 cm d'épaisseur prélevée au sommet de la bille du pied. Ils ont pour but la recherche de paramètres explicatifs des résultats obtenus. Les caractéristiques concernées sont les suivantes :

- largeur de cerne et texture,
- proportion d'aubier,
- centrage de la moëlle,
- longueur des fibres,
- densitométrie : masse volumique moyenne, maximale et minimale.

Diffusion de l'information

L'ensemble des travaux concernant le déroulement de l'étude et les données enregistrées fera l'objet d'un rapport scientifique qui pourra être utilisé ultérieurement pour des recherches complémentaires sur cette essence. En effet, l'importance des informations recueillies permet d'envisager des recherches approfondies sur le comportement du pin noir.

Les résultats proprement dits et directement utilisables par les concepteurs, architectes, bureaux d'études... seront édités sous forme d'un cahier normatif du CTBA. Les résultats seront présentés à l'occasion de réunions de sensibilisation et une action sera lancée auprès des médias.

Parallèlement et afin de faire passer ces résultats dans les faits, un ensemble d'actions qui reste à définir devra être lancé. Une solution privilégiée pourrait consister en une aide aux projets industriels valorisant le pin noir. Cette étude est financée d'une part par les conseils régionaux des régions concernées au *prorata* des surfaces en pin noir dans les régions, d'autre part par l'État, soit un total de 2 millions de francs. MM. Blachon, du CTBA et Quantin, de l'École des mines d'Alès, assurent le suivi de cette étude, qui doit être menée sur deux années.

CTBA
Enstima