

L'HOMME ET LE BOIS

Sous la coordination de :
Olivier PICHARD

auteurs

introduction : Olivier PICHARD

L'homme et la forêt : Laura CLINOVSCHI, Fabrice LANTHEAUME.

Les bois et leurs caractéristiques : Florin CLINOVSCHI

Les transformations du bois : Bruno GRANGE, Sylvain PILLON,
Florin CLINOVSCHI, Frédérique PICHARD.

Le bois, un produit fini : Olivier PICHARD.

Production de bois et environnement : Fabrice LANTHEAUME.

remerciements pour les relectures et corrections :
Martine et Philippe CATHE, Frédérique PICHARD, Carine BIANCHI,
Thérèse PICHARD, R. KELLER.

AVERTISSEMENT

Cet ouvrage avait été commandé en 1997 par un éditeur qui a publié une série d'ouvrages sur des thèmes liés à l'environnement. Au moment de remettre notre copie (dans les délais !), l'éditeur nous a annoncé que la série était supprimée faute de rentabilité. Ce document est donc resté "lettre morte". La mise en ligne sur internet aura au moins le mérite de ne pas laisser tomber dans l'oubli de trop nombreuses heures de travail !

Veillez nous excuser pour le défaut d'illustration qu'il n' a pas été possible de faire figurer dans cette édition en raison des droits d'auteur.

INTRODUCTION

Le bois a de tous temps accompagné la vie de l'homme, contribué à son développement et amélioré ses conditions de vie. Les arbres pluriséculaires des forêts nous inspirent l'émerveillement et le respect. Ces mêmes sentiments sont présents à l'esprit de l'homme qui façonne, travaille ou utilise le bois.

Le bois se rencontre dans de multiples domaines : l'ameublement, les jouets, les instruments de musique, la construction, la décoration... Même s'il doit faire face aujourd'hui à des concurrents comme le PVC ou l'aluminium, il conserve l'atout majeur de l'esthétique et de la valeur affective qu'on lui voue.

Si le bois est une ressource renouvelable, il est nécessaire de veiller à une gestion durable des écosystèmes forestiers afin de respecter le plus étroitement possibles les équilibres vitaux.

Ce voyage à travers le bois vous fera certainement connaître et aimer davantage ce matériau si souvent synonyme de chaleur et confort.

SOMMAIRE

L'HOMME ET LA FORET	6
LA FORET D'HIER.....	6
A travers l'histoire.....	6
L'homme exploite la forêt	7
LA FORÊT d'AUJOURD'HUI	8
La forêt française	8
La forêt dans le monde.....	11
L'exploitation de la forêt	12
Le classement des bois.....	14
D'AUTRES PRODUITS QUE LE BOIS	15
La forêt et la nourriture.....	15
La résine.....	15
Le liège.....	15
LES BOIS ET LEURS CARACTERISTIQUES	16
LA FORMATION ET LA STRUCTURE DU BOIS.....	16
Les zones génératrices	16
Cernes et homogénéité des bois.....	16
Bois de coeur et aubier.....	16
LES PROPRIETES DES BOIS	17
Les propriétés physiques.....	17
Les propriétés mécaniques.....	18
Autres propriétés.....	19
Les défauts	20
UTILISATION DES PRINCIPALES ESSENCES EN FRANCE	20
Les principales essences utilisées	20
Les essences précieuses ou semi-précieuses.....	22
Quelques essences tropicales	23
LES TRANSFORMATIONS DU BOIS	24
LE BOIS D'OEUVRE.....	24
Le bois scié	24
Le bois déroulé et le bois tranché	27
LE BOIS D'INDUSTRIE.....	27
Les panneaux	28
Le papier : un dérivé du bois	29
Les débouchés chimiques du bois.....	33
L'EMBALLAGE.....	35
Généralités	35
Les types d'emballage	35
Une grande importance économique	39
LE BOIS SOURCE D'ENERGIE.....	39
Le bois de chauffage	39
Le charbon de bois	41
LES PRODUITS CONNEXES DU BOIS	42
Les produits connexes de l'exploitation du bois	42
Les produits connexes de la transformation du bois.....	43

L'élimination	43
Les valorisations	43
LE BOIS : UN PRODUIT FINI	45
UNE UTILISATION PLURISECULAIRE	45
QUELQUES TECHNIQUES DE TRAVAIL DU BOIS	45
La sculpture sur bois	45
La marqueterie :	45
Le tournage du bois.....	46
Un nouveau type d'art	46
LES JOUETS ET LES INSTRUMENTS DE MUSIQUE.....	47
Les jouets en bois.....	47
Les instruments de musique.....	47
LE BOIS DANS L'HABITAT	48
Le bois dans le mobilier.....	48
la décoration murale.....	49
Le bois dans la construction.....	49
LE BOIS : DEFI TECHNOLOGIQUE	52
Des pylônes électriques	52
Un coaster tout en bois.....	52
Le comptoir forestier de la région Wallonne.....	53
PRODUCTION DE BOIS ET ENVIRONNEMENT	54
LE BOIS : RESSOURCE IMPORTANTE POUR L'ECONOMIE MONDIALE.....	54
LA SITUATION DE L'INDUSTRIE DU BOIS EN FRANCE.....	54
Une forêt sous-exploitée	55
LE DEFI DES ANNEES 90 : PRODUIRE DU BOIS TOUT EN RESPECTANT	
L'INTEGRITE DES FORETS.....	55
Les indicateurs : des outils pour aider à mieux gérer les forêts.....	56
L'écocertification de la forêt et du bois	56

L'HOMME ET LA FORET

LA FORET D'HIER

A travers l'histoire

La forêt occupe une place très importante dans l'histoire de l'homme. Dans les relations qui les unissent tous deux depuis le plus profond des âges, se mêlent l'attraction, la crainte, l'amour et la répulsion.

La forêt primaire

Il y a 7000 ou 8000 ans avant notre ère, les forêts avaient conquis tout le continent, des plaines jusqu'aux montagnes. Ces forêts profondes, immenses et ténébreuses n'avaient pas l'aspect que nous leur connaissons aujourd'hui. De nombreux animaux sauvages la fréquentaient, se frayant des passages dans les bois morts entremêlés. Les vieux arbres aux houppiers* très développés, laissaient la place, après leur chute, à des îlots de jeunes arbres très denses. Les successions entre la vie et la mort étaient étroitement régulées, comme dans tout écosystème en équilibre.

Le néolithique, âge du bois

maison en bois du
néolithique
FIG 1

Les premières tribus d'agriculteurs investissent cette forêt et procèdent à des déboisements afin d'y aménager des terres cultivables et des aires d'habitats. L'homme, devenu agriculteur, vit au rythme des semis et des récoltes. Il développe alors de nombreuses techniques, parfois inutiles voire encombrantes pour un nomade : maisons, céramiques, outillages... La construction de plusieurs dizaines de maisons amène l'homme à adopter une certaine organisation du travail et à développer de nouveaux procédés. Il doit mettre en place des chantiers d'abattage, fabriquer du matériel approprié en quantité suffisante etc...

Les historiens nomment cette époque "l'âge du bois", parce que la forêt n'est plus un milieu hostile que l'on évite, mais une richesse que l'on exploite avec science et habileté, au gré des besoins et en parfait équilibre avec la nature.

La forêt, ressource et refuge

L'homme habite à proximité ou dans la forêt, il exploite le bois pour faire du feu. Cela lui permet de se chauffer, de faire cuire sa nourriture ou encore de fabriquer des outils en fer. C'est également dans la forêt qu'il puise sa nourriture, tant végétale qu'animale. Il construit des maisons et dresse des clôtures, ce qui va lui permettre de développer l'élevage.

Tout au long de l'histoire, l'homme revient à la forêt pendant les périodes difficiles. Il y trouvera un abri contre toutes sortes d'invasions pendant la période de migration des peuples. Les villageois et paysans trouvent ainsi refuge dans la profondeur des forêts du Moyen Âge jusqu'à l'époque moderne.

Perçue comme lieu sacré des êtres fantastiques, la forêt devient plus mystérieuse lorsque les ermites s'y retirent pour y trouver la solitude. Les moines s'installent aussi en forêt pour se

consacrer à la vie spirituelle. A travers les romans, les légendes et les films, la forêt est souvent perçue comme la cachette des brigands et autres héros populaires.

L'homme exploite la forêt

Des champs gagnés sur la forêt

Avec le développement de l'agriculture, les surfaces forestières diminuent. Landes et forêts sont défrichées par le feu, laissant la place à des surfaces cultivables, fertilisées par les cendres. Un ou deux ans après la mise en culture, les terres sont abandonnées au profit de nouveaux défrichements. Au cours des huit derniers siècles avant notre ère, la forêt couvrait les trois quarts de la Gaule. L'augmentation de la population durant la période de la "paix romaine" provoque encore un recul de la forêt. L'époque des grandes invasions, du V^{ème} au X^{ème} siècle connaît une alternance de périodes d'accalmies et de défrichements massifs : la désorganisation de la vie sociale pendant les invasions conduit à l'abandon des exploitations agricoles, au profit de la réinstallation des forêts. A l'inverse, une fois la sécurité et la paix rétablies, la prospérité économique entraîne un accroissement des terres agricoles d'où un recul des forêts.

Au XI^{ème} siècle, la population souffre de la famine, un effort important pour augmenter les surfaces cultivables est alors entrepris. Les défrichements nécessaires continuent jusqu'à la guerre de cent ans, puis se poursuivent jusqu'aux guerres de religions. Les seigneurs commencent à cette époque à s'opposer au libre usage de la forêt afin de la réserver à la chasse.

Les besoins en bois

D'après une ordonnance de Charles V, le duché de Normandie est encore, au XVI^{ème} siècle, "peuplé de buissons et brosses plus qu'aucune autre partie du royaume. ".

A cette époque, l'intérêt des rois normands pour la forêt étant très ciblé, ils expulsent les habitants des villages, afin de les empêcher d'exploiter le bois, qu'ils destinent à la construction de navires.

Le bois, particulièrement facile à obtenir, est largement utilisé. La plupart des constructions, depuis les chaumières jusqu'aux châteaux forts, est bâtie en bois. Les incendies fréquents, surtout dans les villes, et les perfectionnements techniques généralisent l'utilisation de la pierre.

L'utilisation de bois comme source d'énergie augmente également au cours du XI^{ème} siècle afin de se chauffer et de cuire la nourriture. Le bois est aussi utilisé par les artisans et les petites industries qui commencent à se développer : boulangers, potiers... , chauffent leur four avec des fagots, le bois est transformé en charbon pour alimenter les bas fourneaux et les forges.

La réinstallation de la forêt

Les activités consommant beaucoup de bois ne cessent de se développer au cours des siècles suivants. Les machines à vapeur des manufactures aux XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècles demandent de grosses quantités de bois. Jusqu'au siècle dernier, le bois reste le matériau le plus employé, pour les étais de mine, les poteaux télégraphiques et la construction des chemins de fer, nouvellement inventés.

Au début du XIX^{ème} siècle, les surexploitations de toutes sortes dégradent considérablement les forêts françaises, dont la surface est fortement réduite à 8 millions d'hectares ce qui représente à peu près le septième du territoire. En montagne, elles exposent le sol à l'érosion et perturbent l'écoulement des eaux.

Après les crues destructrices du Rhône et de la Loire en 1756 et 1759 sont promulguées les lois sur la Restauration et la Conservation des Terrains en Montagne (R.C.T.M.).

Pendant la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, les territoires de Sologne et des Landes, pauvres et sableux, sont reboisés. Les dunes littorales sont fixées, on reboise les grands vides entrecoupant les forêts feuillues du centre et de l'Ouest de la France et plus de 350 000 hectares en montagne pour fixer et protéger les bassins versants. La forêt française occupe environ 11 millions d'hectares à la sortie de la guerre.

Des arbres pour fixer les dunes
“Des hommes et des forêts”, page 85
R.Larrère, O.Nougarède
Découvertes

image des Landes avant leur boisement
“Les Landes et leurs bergers sur échasses”
GEO, sept.94, n°187,
page 100
FIG 2

LA FORET D'AUJOURD'HUI

La forêt française

Une forêt à la conquête du territoire

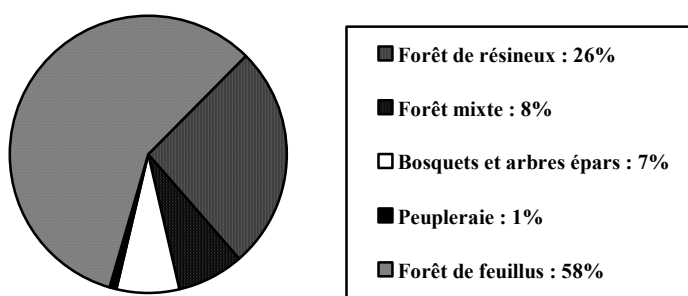
Contrairement a certaines idées reçues, la forêt française ne cesse de gagner du terrain. Sa superficie a doublé en 200 ans pour atteindre aujourd'hui la place qu'elle occupait au Moyen-Age. En France métropolitaine la forêt recouvre actuellement 25% du territoire soit 14 millions d'hectares. Cette remarquable progression, particulièrement forte depuis la fin de la seconde guerre mondiale, s'est effectuée soit de façon naturelle sur les alpages et les prairies abandonnés soit par des reboisements sur les terres agricoles ou les friches. Le Fonds forestier national (FFN) a permis de financer le reboisement de plus de 2 millions d'hectares entre 1948 et 1989. On peut s'interroger sur la signification de cette progression forestière. Est-ce bon ou mauvais signe? On s'aperçoit que ce phénomène s'est reproduit plusieurs fois au cours de l'histoire française. A chaque fois, il était associé à une crise (invasion, guerres, épidémies...). Aujourd'hui, la forêt peut s'étendre car les campagnes se vident, laissant les terres agricoles retourner à l'état sauvage. Dans une certaine mesure, la forêt est donc un indicateur de l'état économique.

Des massifs forestiers d'une grande diversité

Grâce à la grande variété de climats et de reliefs, la forêt française est l'une des plus diversifiée d'Europe. Elle comporte des forêts de plaine, de montagne ou de littoral, d'une forêt méditerranéenne et de forêts périurbaines. On y trouve certaines particularités comme le massif landais, composé essentiellement de pins maritimes, c'est aujourd'hui le plus grand massif forestier d'Europe. La forêt tropicale et équatoriale est aussi représentée grâce aux départements d'Outre-mer (Guadeloupe, Martinique, Guyane, Réunion). La Guyane à elle seule est constituée de plus de 8 millions d'hectares de forêt équatoriale d'une grande diversité biologique. On y estime le nombre d'espèces végétales entre 7 et 10 000 dont 1000 espèces d'arbres ; toutes n'ont pas encore été découvertes.

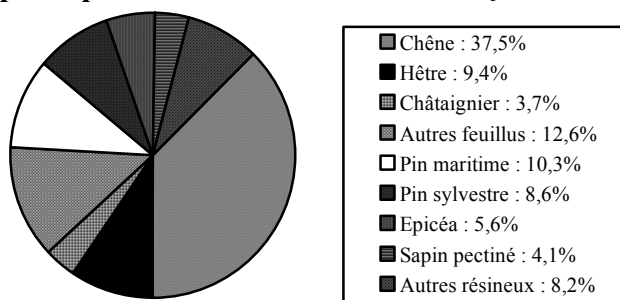
En France métropolitaine, les forêts abritent 89 essences* différentes. 70% de la surface forestière est composée de feuillus. Il est intéressant de remarquer que cette proportion est inversée dans certains pays voisins où les résineux représentent 70% des forêts allemandes, britanniques ou danoises. En France, la tendance est cependant à l'accroissement des superficies résineuses. Les reboisements sont en effet principalement effectués avec des conifères car ils poussent plus rapidement que les feuillus et sont donc plus rentables. Parmi les feuillus que l'on trouve en France, les chênes prédominent, ils sont suivis du hêtre et du châtaignier. Le pin maritime est l'essence résineuse la plus représentée devant le pin sylvestre, l'épicéa et le sapin pectiné.

Les deux tiers de la forêt française sont composés de feuillus



Source : Ministère de l'agriculture. Enquête utilisation du territoire, 1994

Les principales essences forestières française



Source : I.F.N

Une forêt de plus en plus morcelée et fragile

L'expansion considérable de la forêt française depuis deux siècles ne doit pas faire oublier sa fragilité. Sa qualité et sa vigueur peuvent parfois être remises en question. Les routes, autoroutes, les lignes de T.G.V. et les lignes électriques à haute tension fractionnent les massifs forestiers pour éviter les zones agricoles. Ce morcellement fragilise les écosystèmes. Les amphibiens sont particulièrement menacés car leurs aires de reproduction sont distinctes de leurs aires de vie ou d'hivernage. La rupture de communication entre ces sites provoque leur disparition à court ou moyen terme. Les forêts sont déjà soumises à d'autres épreuves telles que la pollution atmosphérique, les maladies, les attaques d'insectes, les incendies et les aléas

climatiques (sécheresses, tempêtes...). La progression globale de la superficie forestière en France cache cependant la disparition d'un autre type particulier de forêt : la forêt linéaire. Par opposition à la forêt classique, la forêt linéaire est constituée d'arbres épars, de haies, d'alignements en bord de route et de cours d'eaux, de vergers. Depuis le début du siècle, cette forêt linéaire riche en diversité tend à être éliminée pour satisfaire aux projets d'urbanisme, d'aménagement du territoire et de remembrement des terres.

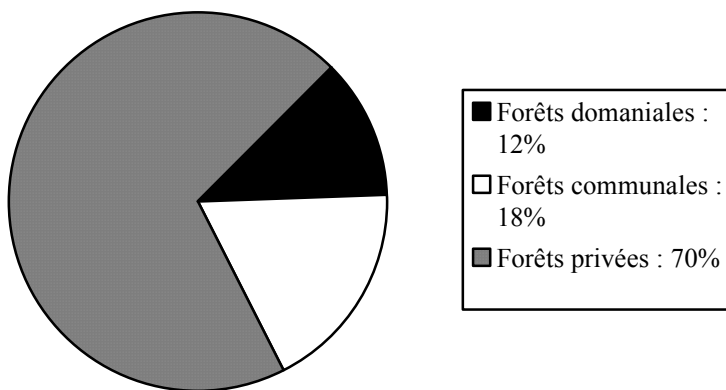
Une nouvelle vocation

Alors que la forêt a longtemps été synonyme de réserve de bois, elle est aujourd'hui de plus en plus estimée pour les autres ressources qu'elle procure à la société. C'est en effet un espace de loisirs de plus en plus fréquenté par le grand public qui cherche à s'évader des grandes métropoles polluées et surpeuplées. Les organismes gestionnaires des forêts de France doivent donc faire face à un nouveau défi : intégrer cette fonction d'accueil parmi les rôles traditionnels de protection et de production.

A qui appartient la forêt en France ?

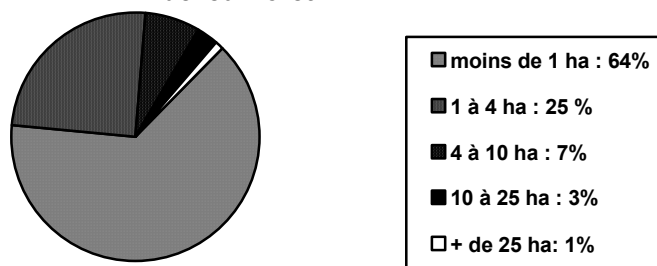
Les trois quarts de la forêt française appartiennent à des propriétaires privés. L'autre quart est constitué par la forêt publique dont 60% appartiennent aux collectivités locales (communes, départements) et 40% à l'Etat (forêts domaniales).

A qui appartiennent les forêts en France?



La forêt privée française se caractérise par son morcellement : elle est répartie entre 3,7 millions de propriétaires. Cet émiettement, qui s'accroît au fil des générations, représente un important problème de gestion car la grande majorité des propriétaires possède moins de 4 ha. Il est plus difficile de gérer efficacement de petits espaces que de grandes superficies. Les motivations des propriétaires sont diverses : la forêt représente une source de revenus pour certains et elle est aménagée et exploitée en conséquence ; pour d'autres, elle constitue un patrimoine qu'il faut conserver pour leur descendance.

Répartition des propriétaires en fonction de la superficie de leur forêt



Source : Ministère de l'Agriculture (SCEES), 1994

Les outils de gestion

La forêt publique est gérée de façon coordonnée sur l'ensemble du territoire par l'Office national des forêts (ONF). Cet établissement public, structuré en 25 directions régionales, est dit "à caractère industriel et commercial", ce qui signifie qu'il doit théoriquement gérer les forêts de façon à en retirer des bénéfices. En considérant les Antilles, la Réunion et la Guyane, l'ONF gère plus de 12,5 millions d'hectares de forêts. Il doit en assurer l'aménagement, la mise en valeur, l'entretien, la surveillance, la commercialisation du bois et la gestion de la faune sans oublier la fonction d'accueil du public.

Le morcellement de la forêt privée et le nombre important de propriétaires complique sa gestion. Leur regroupement au sein de coopératives ou de syndicats est donc encouragé. C'est une des tâches des 17 Centres régionaux de la propriété forestière (CRPF). Ces organismes publics sont aussi chargés de valider les plans simples de gestion* auxquels sont soumis tous les propriétaires de plus de 25 ha de forêt.

La forêt dans le monde

Une régression inquiétante en quantité et en qualité

Au cours des deux derniers siècles, les forêts d'Europe et d'Amérique du Nord ont massivement été défrichées pour créer des terres cultivables, des pâturages et fournir du bois de feu et de construction. Aujourd'hui la superficie des forêts tempérées a tendance à se stabiliser et même à s'accroître dans les pays occidentaux. En revanche, c'est au tour des immenses forêts intertropicales d'être en régression, et la vitesse de ce recul est inquiétante. A chaque minute, 29 ha de forêt tropicale disparaissent. En un an ce sont 15 millions d'hectares, soit l'équivalent de la superficie de la forêt française qui sont défrichés. L'Asie tropicale bat tous les records de déforestation avec la disparition du tiers de sa forêt. Au Brésil, 5% de la forêt amazonienne ont été éliminés au cours des années 80.

Les arbres poussent plus vite qu'autrefois

Récemment, les chercheurs ont observé, grâce aux cernes annuels du bois, une tendance dans les forêts tempérées et boréales : depuis plusieurs décennies, les forêts poussent plus rapidement. Deux facteurs peuvent expliquer ce constat étonnant : l'augmentation des taux de gaz carbonique et d'azote dans l'atmosphère qui stimule la photosynthèse des arbres et les polluants azotés qui fertilisent les sols en se déposant. Certains experts proposent même de lutter contre l'effet de serre*, causé principalement par l'augmentation des taux de gaz carbonique dans l'atmosphère, en plantant des arbres.

Des causes complexes et multiples

Les causes sous-jacentes du déboisement dans les pays chauds sont multiples. La pauvreté croissante, une démographie importante, une répartition inéquitable des terres, une productivité agricole médiocre et des institutions inefficaces sont les principales responsables de cette situation. Selon l'Organisation pour l'agriculture et l'alimentation (F.A.O.), l'agriculture itinérante pratiquée par des paysans sans terre est à l'origine du défrichement annuel de la moitié des forêts tropicales. La deuxième cause est le déboisement au profit d'une agriculture permanente ou de programmes de colonisation. Enfin le besoin urgent de devises pour rembourser leur dette internationale, pousse les pays en voie de développement à exploiter leurs forêts de façon inadéquate, sans aucun plan d'aménagement ni de reboisement.

Les solutions envisagées

Parmi les solutions originales proposées par la communauté internationale, figure la conversion dette-nature qui permet aux pays pauvres de transformer une partie de leur dette vis à vis des pays riches en créant des parcs de conservation là où la forêt est la plus menacée. L'éducation et la participation des populations à la gestion de leur patrimoine forestier figurent parmi les solutions les plus efficaces. Cependant, la mise en application de ces ambitieux programmes nécessite d'importants moyens financiers que seuls les pays riches sont en mesure d'assurer.

L'exploitation de la forêt

Entre le choix des arbres à couper en forêt et le moment où ils ont pris la forme voulue interviennent de nombreuses étapes. Celles-ci sont soumises à de nombreux impératifs.

Les contraintes de l'exploitation

Il est nécessaire de respecter au maximum les exigences de la forêt. Ainsi, les techniques d'exploitations doivent respecter :

- les cycles de végétation : il est préférable d'intervenir en hiver, car les fonctions vitales de l'arbre sont alors ralenties, ce qui minimise les conséquences d'éventuelles blessures faces aux maladies,
- l'impact du climat sur la forêt : en cas de fortes précipitations, l'exploitation est à éviter car le passage d'engins sur des sols fragilisés risquerait de les endommager,
- la végétation environnante : d'éventuels jeunes semis seront protégés, de même que les arbres environnants, car toute blessure risquerait de favoriser l'entrée de parasites (champignons, insectes...) à l'intérieur de l'arbre,
- les éventuelles contraintes matérielles et de terrain : pente, obstacles, état des chemins, équilibre précaire de certains arbres...
- les conditions de sécurité : l'exploitation de la forêt est en effet une activité délicate qui nécessite une main-d'oeuvre hautement qualifiée et un encadrement rigoureux.

Les techniques d'exploitation

Le développement des sciences et des techniques a fortement influencé les technologies utilisées pour l'exploitation forestière.

ENGREF, centre de Nancy, DGE :

Systèmes d'exploitation des bois résineux de moyennes et petites dimensions en Suède, adapté au cas de la France

Les principales étapes demeurent cependant :

- l'abattage et le bûcheronnage, qui comprend l'ébranchage et le tronçonnage du bois,
- le débardage, qui consiste à déplacer les troncs de leur lieu d'abattage vers le bord d'une route accessible aux camions. Il faut pour cela rassembler les troncs à l'aide de treuils, puis les charger à l'aide de grues hydrauliques sur des engins à châssis articulés, équipés de pneus larges pour limiter la destruction des sols, et enfin les déposer sur des aires de dépôt. En montagne, le problème est plus délicat, notamment du fait de la pente. On peut ainsi avoir recours au lançage (on lance les troncs dans la pente), au treuillage (utilisation d'un treuil électrique), et à des téléphériques ou à des hélicoptères.

PROCESSUS	Groupe d'exploitation	OPERATIONS
Exploitation forestière	Bûcheronnage	Abattage Ebranchage Tronçonnage Empilement Mesure Cubage
	Vidange	Débusquage Débardage
	Travaux sur l'aire de dépôt	Manutention Découpe Tri Conditionnement Préservation

Le classement des bois

En 1991, 36,5 millions de m³ de bois ont été exploités et commercialisés en France.

Le devenir de chaque arbre, et même de chacune de ses parties, est défini dès le façonnage*.

Deux critères principaux, dimensions et défauts, permettent un premier classement des bois dès l'abattage. Beaucoup de choses sont également observées telles que la texture du bois, la régularité des cernes, la présence éventuelle de noeuds, les pourritures...

On distingue ainsi :

- des troncs ou des parties de troncs, classés selon trois catégories :

- * ceux de grande qualité, destinés aux usines de tranchage et de déroulage (ces termes sont explicités au chapitre scierie),

- * ceux dits "de menuiserie", destinés aux scieries, aux ébénisteries, aux menuiseries et aux fabriques de meubles,

- * le bois grossier utilisé en charpente, coffrage, emballage, traverses de chemin de fer...

- les branches de gros arbres ou des arbres de faible diamètre qui

peuvent être valorisés sous la forme d'étais, poteaux, perches, pilots, rondins (destinés à des usines de fabrication de panneaux agglomérés),

- des perches de taillis ou de résineux et des branches de très petites dimensions, qui sont utilisées pour la fabrication de plaquettes ou déchiquetées afin de produire de la pâte à papier. On appelle cela le bois d'industrie. Ces bois peuvent également être utilisés pour le chauffage.

- les déchets de bois résultant de l'exploitation (écorces le plus souvent), qui seront triturés afin de produire du compost.

Le conditionnement
des bois

FIG 3
et FIG 4

D'AUTRES PRODUITS QUE LE BOIS

La liste des produits secondaires exploités au cours de l'histoire est longue, et elle évolue encore à l'heure actuelle : écorces pour tanner, feuilles pour le fourrage ou pour la litière, feuilles de hêtre pour remplir les matelas, vermillon récolté sur le chêne Kermès, récolte des pignes de pin, et récemment ramassage du lichen sur le pin Sylvestre utilisé en parfumerie.

La forêt et la nourriture

Les plantes sauvages ont longtemps servi à l'alimentation humaine. Les faînes* étaient utilisées pour faire de l'huile qui ne rancissait pas, on ajoutait de la farine de glands* à la farine de céréales en temps de disette*.

Aujourd'hui, le rôle alimentaire de la forêt se limite à la cueillette de certains fruits et des champignons, mais les revenus de ces activités ne sont pas négligeables : en Lozère, on récolte en moyenne 500 à 600 tonnes de champignons, 300 à 800 tonnes de myrtilles et 1500 tonnes de lichens par an, soit une valeur de 20 millions de francs (25% de la valeur moyenne des bois récoltés).

“Des hommes et des forêts”
R.Larrère, O.Nougarède
page 88, en bas à droite

Les revenus issus de la location des forêts pour la chasse sont également importants. En 1992, ce revenu s'élevait à 171 millions de francs pour les forêts domaniales.

La résine

Au début du siècle, on extrayait des forêts landaises 100 000 millions de litres de résine, utilisés pour produire notamment de l'essence de térébenthine. Actuellement, le gemmage (l'extraction de résine) n'a plus d'importance économique, mais des initiatives privées essaient de maintenir cette activité traditionnelle à titre de témoignage, en utilisant notamment une technique nouvelle qui, en stimulant chimiquement la sécrétion de la résine, évite l'écorçage du pin.

Le liège

Le bouchon de liège, seul système d'obturation permettant au vin de se bonifier en assurant des échanges gazeux entre le contenu et l'atmosphère, est issu du liber du chêne liège (*Quercus suber*), qui pousse essentiellement en milieu méditerranéen.

Le chêne liège est exploité à plusieurs stades de son développement. Entre vingt-cinq et trente ans, on enlève pour la première fois son écorce, alors appelée "liège mâle". Cette opération est délicate, car il faut veiller à ne pas endommager les cellules vivantes situées juste en dessous. Neuf à dix ans plus tard, le chêne aura produit une deuxième écorce, dite "liège femelle", qui sera à son tour prélevée. Elle devra être suffisamment épaisse pour que l'on puisse confectionner les bouchons car le diamètre du bouchon doit être au moins égal à l'épaisseur de l'écorce. Cette dernière sera bouillie puis conservée dans une cave humide avant de pouvoir être taillée en bouchons.

Douze milliards de bouchons sont produits par an dans le monde (la France à elle seule en consomme quatre milliards et demi), ce qui illustre l'importance de l'exploitation du liège.

compte-rendu de la table ronde internationale “Le chêne liège et son utilisation”
CIDEAO, n°1, oct.87, page 94

LES BOIS ET LEURS CARACTERISTIQUES

Le bois constitue la majeure partie du corps de l'arbre. Il est formé d'une agglomération de cellules dont l'organisation dépend du génôme* des essences et des circonstances diverses de la vie de l'arbre. Ainsi, on trouve toutes les gammes de propriétés, des bois très légers aux bois lourds, des bois tendres aux bois durs, des bois flexibles aux bois cassants.

LA FORMATION ET LA STRUCTURE DU BOIS

Les zones génératrices

Au cours de sa vie, un arbre grandit et "grossit". Cette double croissance, en hauteur et en diamètre, est assurée par des tissus spécialisés appelés méristèmes. Ils assurent la multiplication cellulaire et sont localisés à la périphérie des racines, dans les bourgeons et au-dessous de l'écorce. Une partie du méristème apical est à l'origine de l'élongation des tiges et racines. Son fonctionnement ne sera pas détaillé ici. Un autre méristème est responsable de l'accroissement en diamètre, on l'appelle le cambium ou assise génératrice. Il est placé sous l'écorce et fonctionne de façon cyclique chez les essences des pays à climats tempérés.

Cernes et homogénéité des bois

Ce phénomène est observable grâce à une analyse de la section transversale*. Au printemps, au début de la période de végétation, l'eau et les matières nutritives circulent, c'est à ce moment là que se forment des tissus lâches, riches en éléments conducteurs par lesquels se fait la montée de la sève. Ce bois constitue le *bois de printemps*. Dans les mois qui suivent se formeront des tissus plus serrés qui constituent le *bois d'été*. La couche formée par la juxtaposition du bois de printemps avec le bois d'été représente le *cerne* ou l'accroissement annuel. Lorsque l'automne arrive, puis l'hiver, la croissance en diamètre est arrêtée. Elle reprendra au printemps suivant par une nouvelle formation de bois de printemps. On peut ainsi déterminer l'âge de l'arbre en comptant les cernes sur une coupe transversale du tronc.

Dans les régions tropicales, où la croissance des végétaux est plus ou moins continue pendant toute l'année, il devient très difficile de distinguer les couches annuelles, ce qui rend la détermination de l'âge quasi impossible.

On peut distinguer deux catégories de bois en prenant comme critère de différenciation le passage entre le bois de printemps et le bois d'été :

- *les bois hétérogènes* où chaque passage est très nettement marqué : l'alternance de couches claires et foncées forme une double zonation visible sur une coupe transversale (chêne, châtaignier),

- *les bois homogènes* où la double zonation n'est pas visible : la totalité de la coupe apparaît unie et uniformément dure, sans couches de couleurs différentes (hêtre, charme).

Bois de coeur et aubier

L'examen d'une coupe transversale d'un tronc peut encore nous apporter d'autres informations.

Sur cette coupe , on remarque que chez certaines essences, la partie centrale, le coeur, prend une teinte plus foncée tandis que la partie périphérique forme une couronne claire. L'explication est qu'à une certaine distance du cambium, le bois perd sa fonction conductrice, en conservant seulement la fonction de soutien. Ce phénomène existe toujours mais ne s'accompagne d'une différence de couleur que dans certains cas . On appelle la partie centrale le *bois de coeur* ou *duramen* et la couronne claire, l'*aubier*. Même si le duramen est biologiquement mort il possède des qualités physiques et chimiques souvent supérieures à celles de l'aubier . Il est d'ailleurs intéressant de constater l'importance du nombre de cellules mortes dans cet organisme vivant que constitue un arbre. Dans le bois de coeur s'accumulent des gommés, des tanins, des résines et des substances colorantes qui lui donnent souvent une teinte plus sombre que celle de l'aubier, partie de bois conductrice où les cellules de parenchyme encore vivantes sont responsables de cette évolution. Il ya également accumulation de substances de protection contre des attaques d'origine biologique (champignons, insectes) particulièrement efficaces chez certaines essences : chêne, châtaignier, robinier, if...

Coupe
transversale d'un
tronc
FIG 5

Structure des bois de résineux

Les résineux ont une structure ligneuse très simplifiée. En effet, la quasi totalité de la masse du bois est formée d'un seul type de cellules : *les trachéides longitudinales*. Ces trachéides servent à la fois à donner sa résistance au bois (tissus de soutien, bois d'été) et à conduire l'eau et les liquides nutritifs (tissus de conduction, bois de printemps). Sont également présents, en faible quantité, deux autres types de formations :

- des canaux résinifères caractéristiques des résineux comme les épicéas, pins, mélèzes et douglas, constitués de cellules sécrétrices,
- des rayons ligneux, constitués de cellules de parenchyme,
- éventuellement du parenchyme en fibre longitudinales, à oléorésines (bois odorants comme le cèdre ou le genévrier).

Structure des bois de feuillus

Chez les feuillus, le bois comporte trois types de cellules :

- *les fibres*, qui assurent la rigidité (tissus de soutien),
- *les vaisseaux*, véritables "conduites d'eau" (tissus de conduction),
- *les cellules de parenchyme*, qui contiennent des substances de réserve nécessaires à la nutrition de l'arbre à certains moments (tissus de réserve). Ces cellules se répartissent entre le parenchyme longitudinal et le parenchyme des rayons ligneux.

LES PROPRIETES DES BOIS

Les propriétés physiques

L'humidité

L'eau est omniprésente dans le bois. On la rencontre dans les pores du bois, à l'intérieur des cellules ligneuses et dans les parois cellulaires.

Le tronc est fortement imbibé d'eau, mais le bois de coeur, duraminisé et non conducteur de liquides, en contient moins que l'aubier, partie vivante et fonctionnelle. Le bois fraîchement

abattu ou bois *vert* contient une quantité d'eau qui dépend de l'essence. Les variations sont importantes : 1 m³ d'acajou contient 150 l d'eau alors qu'1 m³ de peuplier en renferme 500 l.

Au cours du séchage et en dessous d'un certain seuil d'humidité, le bois diminue de volume : c'est le retrait. A l'inverse, un bois sec gonfle lorsqu'il s'humidifie. Comme le bois est en équilibre avec l'humidité atmosphérique ambiante, il peut subir des variations de dimensions lorsque celle-ci varie. On dit qu'il *travaille*.

La densité

C'est l'indice de la dureté du bois. Si elle est supérieure à 1, le bois "coule", si elle est inférieure 1, il flotte (la densité de l'eau, égale à 1, sert de référence). Les densités courantes sont moyennes, s'échelonnant de 0,4 à 0,8 (épicéa, sapin, hêtre). Cependant, il existe des bois très lourds, le "bois de fer" d'Amérique du Sud où *Krugiodendron ferreum* atteint la valeur de 1,42. A l'extrême, il existe des bois très légers comme le Balsa (0,14) et l'*Aeschynomene* qui n'atteint que 0,04.

Propriétés isolantes

Le bois sec est un mauvais conducteur de chaleur et donc un très bon isolant. Cela résulte de sa structure cellulaire, qui emmagasine des quantités de petits volumes d'air isolés.

S'il est bien sec, le bois est également mauvais conducteur d'électricité.

Les propriétés mécaniques

Par rapport à l'acier qui résiste bien aux efforts en tous sens (*isotrope*), le bois est *anisotrope*, c'est à dire qu'il se comporte différemment dans les trois directions *axiale*, *radiale* et *tangentielle*. Il résiste remarquablement bien à la traction longitudinale.

les trois directions du bois : axiale radiale et tangentielle.

FIG 5

La dureté

Elle est en relation directe avec la densité et dépend également de la composition chimique du bois. La dureté est augmentée par la présence de résine tandis qu'elle est diminuée par l'humidité. Un accroissement de 10% d'humidité provoque une baisse de résistance de 40%.

L'élasticité

Ce terme recouvre plusieurs notions telles que la résistance à la flexion, l'aptitude à la déformation et l'aptitude à reprendre sa forme initiale. Le frêne, tout comme l'hickory est assez souple pour pouvoir être courbé sans se rompre. A l'inverse, le hêtre est "raide" et cassant à l'état sec mais devient très déformable lorsqu'il est chauffé à la vapeur.

Le bois peut retrouver sa forme initiale après avoir subi une déformation sous l'effet d'un choc, par la compression-décompression de l'air contenu dans les cellules. On dit qu'il est **résilient**.

Autres propriétés

Les dessins du bois

Ils apparaissent sur les planches et les placages et peuvent être dus à des différences de coloration entre le bois de coeur et l'aubier ou encore à des variations de teinte à l'intérieur même du coeur. Les veines ou "fleurs" du bois correspondent aux traces de croissance. En section tangentielle, ils donnent l'illusion de cônes successifs emboîtés ou, s'ils sont assez irréguliers, de lignes simulant les courbes de niveau d'une carte topographique. En coupe radiale, les rayons ligneux peuvent réfléchir fortement la lumière et former des plages brillantes, semblables à des miroirs. L'observation de ces motifs reflète la vie de l'arbre, les perturbations qu'il a connues, d'ordre climatique, mécanique, etc.

La coloration

La coloration des bois est très variable depuis le riche brun-rouge des *Acajous* jusqu'au brun-gris de quelques *Noyers*, en passant par le noir franc du coeur de quelques *Ebènes*. Le rose se rencontre chez quelques *Rhamnus* exotiques et les nuances violettes chez les *Palissandres*. Le bois de coeur peut parfois présenter des marbrures (noyer, olivier), mais il peut être noir et blanc comme chez le *Diospyros marmorata* d'où son nom anglais de "Zebra-wood". Toutefois, la plupart des bois sont bruns. Outre ces différences observables entre essences, on remarque des variations de coloration chez une essence donnée. Elles sont dues à la largeur des cernes, la composition du bois (densité et taille des fibres) mais aussi à la technique utilisée pour découper le morceau de bois considéré, l'orientation du plan de coupe par rapport au fil du bois.

L'odeur

Elle dépend de l'espèce d'arbre et peut être due à la présence de résines. Il existe un bon nombre de bois particulièrement odorants : c'est le cas du *Santal*, du *Palissandre*, et d'un grand nombre de résineux. Parmi ces derniers, les *Cèdres* ont un parfum très caractéristique et très persistant. Chez les feuillus, le bois de santal est bien connu pour ses propriétés odorantes. Les chênes rouvre et pédonculé contiennent également des substances odorantes que l'on retrouve dans les alcools qui ont vieillis en fût de chêne.

La durabilité

On définit la durabilité du bois par son aptitude à résister aux agents de destruction biologique et en particulier à ceux de pourrissement. Une pourriture est une altération grave provoquée par un champignon qui arrive à détruire tout le bois attaqué.

Quelques exemples de durabilité des bois :

DESINÉTIY		EETII I US	
<i>bois très durables</i>	-if -séquoia -thuya géant	<i>bois très durables</i>	-robinier -chêne -châtaignier
<i>bois durables</i>	-pin sylvestre -pin maritime -douglas	<i>bois peu durables</i>	-frêne -bouleau -érables -platane -aulne
<i>bois peu durables</i>	-sapin -épicéa -pin weymouth	<i>bois très peu durables</i>	-hêtre -peuplier -saule -charme -tilleul

Les défauts

Les noeuds

Ils correspondent aux zones d'insertion de branches sur la tige. Un bois perd d'autant plus de sa valeur qu'il en contient un grand nombre et que leur taille est importante. Ils peuvent être *vivants*, quand la branche a ses tissus en pleine continuité avec ceux du tronc, ou *morts* lorsque la branche attenante est sèche et prête à tomber. Des pourritures peuvent parfois s'installer à leur niveau.

Les singularités de croissance

Elles se traduisent par des irrégularités du bois. On distingue par exemple :

- le *fil tors* caractérisé par une certaine inclinaison en hélice des éléments anatomiques longitudinaux ;
- le *fil ondé* (cf érable p17)
- la *veine rouge* ou *bois raide* des résineux (épicéa), qui provient d'une excentricité de la moelle ;
- le *contre-fil*, dû au changement d'orientation des fibres, c'est le cas du bois "rubané" tropical.
- les *fentes* parmi lesquels on distingue les *roulures*, fentes circulaires internes siégeant au sein des accroissements annuels et les *gélivures*, fentes radiales naissant le long des rayons du bois.

UTILISATION DES PRINCIPALES ESSENCES EN FRANCE

Les principales essences utilisées

Le chêne (*Quercus sp.*)

Sous la dénomination de chêne, on confond commercialement deux essences très répandues en France : le *chêne rouvre* (*Quercus petrae*) et le *chêne pédonculé* (*Quercus robur*). Ayant tous deux un bois de structure hétérogène, leur identification n'est pas chose facile à l'oeil nu.

Le bois de chêne a été très apprécié de tout temps. Il est véritablement universel et avait autrefois une place de choix en ébénisterie*, en menuiserie, dans la construction etc. Il est présent

dans les charpentes de presque toutes nos cathédrales depuis l'époque gothique. Il a pu traverser les siècles en restant encore parfois intact aujourd'hui.

Les qualités *tendres* fournissent des bois d'ébénisterie, de menuiserie fine. Elles sont souvent utilisées en feuillet minces ou en placages pour confectionner des meubles ou des panneaux permettant la décoration des murs intérieurs.

La menuiserie du bâtiment (parquets, escaliers, bâtis de portes et fenêtres, boiserie), la construction mécanique, les pièces d'armement, la fabrication des bâtis de machines, la tonnellerie demandent des qualités plutôt *mi-dures*.

Les qualités *dures* sont ou ont été utilisées dans la grande construction, charpentes, constructions navales, ouvrages hydrauliques et maritimes, ou encore dans le charronnage*.

Les qualités *inférieures* vont à la menuiserie commune, à la charpente ordinaire, enfin à la fabrication des traverses de voies ferrées. Celles-ci sont imprégnées à la créosote* seulement au niveau de l'aubier car le bois de coeur a une durabilité telle qu'il ne nécessite pas ce traitement.

Le hêtre (*Fagus sylvatica*)

C'est l'une des essences les plus répandues. La structure de son bois est homogène. Les bois de bonne qualité et de bonnes dimensions sont destinés à l'ébénisterie, à la menuiserie (sièges de style,...) ou à la carrosserie. Les bois de dimensions plus faibles sont utilisés dans la fabrication de parquets de qualité, de jouets et dans tous les articles de boissellerie*, ustensiles de ménage, etc. Le hêtre se prête facilement au cintrage à la vapeur. A ce titre, il était autrefois utilisé pour le charronnage, la fabrication des pièces courbes de carrosserie et encore aujourd'hui pour la fabrication des sièges.

Les parties hautes des grumes*, au niveau de l'insertion des premières branches, vont à la confection des traverses de voies ferrées et ont après injection de créosote, une "durée de vie" à peu près égale à celle des chênes. Les troncs bien cylindriques de hêtre de futaie de bonnes provenances sont en général utilisés en déroulage (cf page scierie), ou en tranchage lorsque l'homogénéité du bois est suffisante.

Le hêtre est aujourd'hui considéré, parmi les bois feuillus, comme l'un des plus adaptés à la fabrication des pâtes celluloses, des pâtes à papier, et au tranchage. C'est aussi un excellent bois de feu.

Les peupliers (*Populus sp*)

Ce sont des espèces au bois homogène, caractérisées par une très grande productivité (jusqu'à 35-40 m³ par an et par hectare). Ils appartiennent au genre *Populus* dont le pouvoir d'*hybridation* important a donné naissance à beaucoup d'espèces. La multiplication par bouturage, aussi appelée clonage a permis de multiplier des individus aux caractéristiques identiques. Le bois du peuplier est blanc, parfois rougeâtre ou rosâtre, tendre, avec une résistance mécanique généralement faible et une durabilité médiocre. C'est un bois qui se travaille facilement et se cloue sans se fendre. Il peut être utilisé en menuiserie, dans la confection des panneaux ou des intérieurs de meubles. On l'emploie parfois dans les charpentes légères, les cloisonnages de baraquements etc. Il est également utilisé pour la fabrication des contreplaqués, où il constitue l'âme (structure interne) des panneaux de qualité courante.

Les allumettes sont un débouché traditionnel pour le peuplier. Le secteur de la caisserie utilise de fortes quantités de peupliers, en raison de sa légèreté et de sa bonne tenue au clouage.

Les arbres de fort diamètre et ne présentant pas de défauts sont recherchés pour le déroulage (cf page scierie).

L'épicéa (*Picea abies*)

C'est un résineux dont le bois, clair, présente un éclat lustré caractéristique. L'aubier ne se distingue pas du cœur, le bois comporte des petits canaux résinifères peu nombreux. L'épicéa est, parmi les résineux, le plus intéressant et le plus recherché. Les provenances de hautes altitudes, où la croissance est lente et très régulière, peuvent fournir du bois dit de résonance, utilisé dans la fabrication de certains instruments de musique (pianos, violons, etc). Aux basses altitudes le bois est de moins bel aspect et de qualité moindre également. Les arbres de fort diamètre fournissent des sciages de haute qualité. Ils sont utilisés suivant les cas dans la menuiserie fine, la menuiserie des bâtiments, la charpente, la moulure etc. Les qualités plus ordinaires serviront dans la menuiserie de moyenne qualité, la caisserie et le coffrage. Les petits bois sont réservés pour la fabrication de la pâte à papier.

Le sapin pectiné (*Abies alba*)

Il a un bois clair très homogène sans canaux résinifères, où le bois d'été est assez bien marqué. Ses usages sont très voisins de ceux des épicéas.

Les pins (*Pinus sp.*)

Au sein du genre *Pinus*, les "grands producteurs " français sont le *pin sylvestre* (*Pinus sylvestris*), le *pin Laricio* (*Pinus laricio*) et le *pin maritime* (*Pinus pinaster*). Ils ont des canaux résinifères longitudinaux et transversaux qui libèrent de la résine lors du gemmage de l'arbre (cf partie gemmage). Cette exploitation traditionnelle était surtout pratiquée sur le pin maritime.

Les pins, en fonction de la qualité du bois, sont utilisés dans la menuiserie, la construction et la charpente. En raison de la durabilité et de la bonne tenue à l'eau et à l'humidité, ils peuvent être utilisés en menuiserie extérieure, d'autant plus s'il s'agit de bois à grain plus fin et plus riche en résine comme le bois gemmé du pin maritime.

Le charme (*Carpinus betulus*)

Il ne fait pas partie des essences très appréciées dans la filière bois, bien qu'il ait une multitude d'utilisations possibles, notamment pour les instruments de mesure et la lutherie, ainsi que pour la pâte à papier. C'est l'un de nos meilleurs bois de chauffage.

Les essences précieuses ou semi-précieuses

Le châtaignier (*Castanea sativa*)

Il a un bois tout à fait comparable à celui du chêne car il n'en diffère que par l'absence des gros rayons ligneux. Le bois de châtaignier peut être utilisé pour la pâte à papier après extraction des tannins*. Ces derniers peuvent alors être utilisés pour certains procédés chimiques.

Le frêne (*Fraxinus excelsior*)

Son bois est de grande valeur. Il est recherché pour sa souplesse et son élasticité. Il est donc utilisé pour la fabrication de manches d'outils, de rames, d'avirons, etc.

Les érables (*Acer sp.*)

Ils ont un bois blanc-jaunâtre, homogène qui se travaille très bien en donnant des surfaces nettes, polies et brillantes. C'est donc un très beau bois d'ébénisterie, de tournerie, de lutherie et de menuiserie. Il sert à la fabrication de meubles, de jouets, de pièces délicates, de parties d'instruments de musique... Le plus recherché est l'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*) qui donne le bois le plus fin et le plus clair ; lorsqu'il est ondé, il est également utilisé en lutherie.

Le Noyer (*Juglans regia*)

C'est un bois d'ébénisterie très utilisé soit en massif, soit en placages pour son aspect esthétique (tons beiges avec un duramen noirâtre).

le platane (*Platanus acerifolia*)

Il a un bois assez voisin de celui du hêtre, très décoratif, utilisé pour le tranchage.

Quelques fruitiers

On peut par exemple citer le **poirier** (*Pyrus communis*), le **merisier** (*Cerasus avium*) ou l'**alisier torminal** (*Sorbus torminalis*), qui est une essence de très grande valeur grâce à ses qualités remarquables. Actuellement, 1 m³ de bois d'alisier torminal peut se vendre jusqu'à cent mille francs.

Le merisier est utilisé en ébénisterie pour la fabrication de meubles, l'alisier en tournerie et le poirier sert à la confection d'instruments de mesure, à la sculpture, etc.

Quelques essences tropicales

Les essences des bois tropicaux ont des propriétés spécifiques sur le plan de la coloration, des qualités décoratives, des résistances mécaniques (souvent élevées) et de la durabilité. Elles sont utilisées dans l'ébénisterie, la marqueterie, la décoration et notamment la fabrication mobilier de style classique.

Bois d'Afrique intertropicale

Les **acajous d'Afrique** du genre *Khaya* ont un coeur brun-rose à rouge avec un reflet satiné. Ces bois sont utilisés en remplacement des acajous américains, plus rares et plus coûteux.

Le **sapelli** du genre *Entandrophragma* rappelle l'acajou par sa couleur, mais il possède souvent un contre-fil* marqué qui donne un aspect rubané. Du même genre, on peut citer le **sipo**, qui est brun rosé et plus résistant.

L'**ébène** (*Diospyros sp.*) a un coeur noir caractéristique, très dense et dur. L'**ébène de Macassar** est une variété très appréciée d'Extrême-Orient (Indonésie).

L'**okoumé** (*Aucoumea klaineana*) a un bois tendre à coeur rose saumon.

On peut mentionner comme essences qui sont encore très appréciées l'**iroko** (*Chlorophora excelsa*), le **niangon** (*Tarrietia utilis*), le **doussié** (*Afzelia sp.*) et l'**azobé** (*Lophira alata*).

L'importance et la variété de ces bois d'Afrique sont remarquables, ils couvrent l'ensemble des utilisations du bois en tant que matériau.

Bois d'Extrême-Orient

Le plus connu d'entre eux est le **teck** (*Tectona grandis*), à la couleur brun clair verdâtre. Il contient une oléorésine qui le protège de l'humidité et des insectes.

Bois d'Amérique tropicale

Nous citerons d'abord les **acajous d'Amérique** qui appartiennent au genre *Swietenia*. Leur bois de coeur est brun-rouge pâle à brun jaunâtre, d'aspect lustré.

Les **palissandres**, de genre *Dalbergia*, sont aussi très recherchés pour leur belle couleur rouge-brun ou brun-pourpre aux veinures foncées. On peut encore citer l'**amarante** de Guyane, violet-rouge, le **saint-martin**, rouge-brun très finement persillé et le **courbaril**, brun foncé avec des veines rougeâtres.

LES TRANSFORMATIONS DU BOIS

Le bois, avant de devenir un produit fini, devra subir différentes transformations. Il est possible de les classer selon la destination des bois. On distingue le bois d'oeuvre, destiné au sciage, au déroulage et au tranchage ; le bois d'industrie, destiné par exemple à la fabrication des panneaux, du papier et des produits résultant de l'industrie chimique. Enfin, on distingue le bois de feu utilisé comme source d'énergie. Certains secteurs comme l'emballage font appel à la fois au bois d'oeuvre et au bois d'industrie. La transformation des bois produit des "déchets", également appelés "produits connexes" qui seront développés ci-après.

Les quantités et les prix des bois sur pied ou déjà abattus sont estimés à la fois par les forestiers et les entrepreneurs. Les modes de ventes sont variés, parmi eux, les plus répandus sont : la vente aux enchères, où l'achat revient au plus offrant ; et la vente à l'amiable, où l'entrepreneur et le propriétaire forestier s'entendent sur un prix. Les ventes ont principalement lieu à l'automne et au printemps. La transformation du bois est effectuée par des entreprises ou des industries de sciage, de râperie, de tranchage etc.

LE BOIS D'OEUVRE

Le bois d'oeuvre, de bonne qualité, est principalement utilisé pour la menuiserie et l'ébénisterie.

Le bois scié

Le bois, pour être scié, tranché ou broyé doit généralement être humide. En effet, un bois sec a une résistance mécanique supérieure et use les outils plus rapidement qu'un bois humide.

schéma de découpe d'une grume comportant quartier, dosse, avivé etc.

FIG 5 bis
et 5 ter

Malgré quelques défauts, les bois sciés sont des grumes d'une valeur marchande importante. Ils sont débités en planches. Selon les techniques de sciage, le dessin des cernes est variable. En effet, les sciages qui passent par la moelle, dits sciages sur quartier, sont moins sujets aux déformations pendant le séchage et plus esthétiques. Les sciages qui sont parallèles mais éloignés du centre de la grume sont les sciages sur dosse (cf. schéma). Pour obtenir le plus de planches possible ayant les caractéristiques des sciages sur quartier, les

techniques de débit des grumes sont multiples. Ces bois sont utilisés en menuiserie pour la fabrication des meubles massifs ; en ébénisterie ; pour les charpentes...

Le sciage du bois représente en France environ 10 millions de mètres cubes par an. Les bois de feuillus n'en représentent qu'approximativement le tiers.

Les scieries.

La conservation du bois.

Compte-tenu de l'irrégularité des approvisionnements, les industries du bois doivent stocker les grumes. C'est principalement le taux d'humidité du bois qui détermine les conditions et la durée de la conservation.

Un taux d'humidité convenable

Un arbre abattu peut contenir plus de la moitié de son poids en eau. Le chêne et le hêtre ont habituellement un taux d'humidité de 50 à 65%. Une teneur en eau moyenne de 20 à 80% expose le bois aux moisissures et aux dégradations. Toutefois, un arbre dont la teneur en eau est supérieure à 90% n'est plus aussi exposé à l'attaque des champignons, sauf si ceux-ci étaient déjà installés dans le bois. C'est pour ces raisons que certaines techniques de conservation des bois font appel à l'immersion ou à l'humidification. Il est également possible d'appliquer des produits hydrofuge ou bactéricide. D'autres techniques, par alternance de hautes et basses pressions peuvent être utilisées pour faire pénétrer les produits chimiques plus profondément dans le bois. Certaines essences, telles que le chêne résistent assez bien aux attaques pendant quelques mois avant d'être transformées. Les essences plus sensibles seront donc traitées en priorité.

Le bois est soumis à des déformations dues aux variations d'humidité de l'air ambiant. Quand il se trouve dans une atmosphère humide, il se charge en eau et gonfle mais se rétracte dans des conditions plus sèches, on dit que le bois "travaille". Il est bien évident qu'un bois qui travail trop pose problème quant à son utilisation. Il est possible de limiter les déformations en débitant le bois sur quartier. En effet, un bois débité sur dosse sera plus exposé aux déformations. Pour être utilisé par la suite, le bois ne doit pas être trop humide. Le scieur doit le faire sécher ce qui est un travail long et minutieux et qui nécessite beaucoup de manipulations.

Le séchage des bois

Il est important pour le scieur de connaître l'utilisation des bois pour adapter le séchage. Par exemple, un bois destiné à la charpente (usage d'extérieur) sera moins sec qu'un bois de menuiserie (usage d'intérieur) qui devra subir l'air sec des maisons. Il existe deux principaux types de séchage du bois : le séchage à l'air libre et le séchage artificiel.

Le séchage à l'air libre.

Pour permettre un séchage rapide, les planches sont espacées par des morceaux de bois (aiguilles, baguettes, tasseaux...), d'une épaisseur de 2 à 4 centimètres. Le bois est séché en planches, en dosses, en avivés ou en plateaux. Les empilements font couramment 4 mètres de hauteur et 2 mètres de largeur.

Le bois est généralement empilé par type d'essence et par épaisseur. Les bois tendre (peuplier, sapin...) sèchent plus vite que les bois durs (chêne, hêtre...). L'humidité n'est pas répartie de façon homogène au sein du bois : l'aubier est plus humide mais sèche plus vite que le bois de coeur. La durée de séchage moyenne a été estimée empiriquement à 1 an par centimètre d'épaisseur pour les bois durs et à 6 mois pour les bois tendres...

Si le séchage est bien menée (contrôle de l'humidité, espacement et disposition des piles permettant un séchage optimum...), la détérioration des bois peut être réduite de 7 à 10%. Toutefois ce contrôle coûte très cher en main d'oeuvre et demande beaucoup de temps. Le bois est en équilibre hygroscopique avec le milieu ambiant. C'est à dire que l'humidité qu'il renferme est influencée par l'humidité de l'air qui l'entoure. Cet équilibre demande un certain temps pour s'établir. Un bois sec, à l'air libre, renferme entre 13 et 17% d'eau.

De nombreux facteurs influencent le séchage du bois, comme la température, la circulation d'air, l'essence à sécher, l'épaisseur du bois, la saison... L'homme ne peut agir que sur la circulation de l'air par orientation des piles en fonction des vents dominants, par l'écartement des planches et par l'élévation des piles par rapport au sol. Afin de diminuer les risques de maladies et de diminuer le stockage des bois on peut avoir recours au séchage accéléré.

Le séchage accéléré

Les premiers essais industriels du séchage accéléré remontent au XVIIIème siècle. De nombreuses études ont prouvé qu'il fallait contrôler à la fois la température et l'humidité mais aussi la ventilation. Tous les dispositifs actuels reposent sur ce principe. Les bois sont placés dans des hangars où la température est contrôlée, elle est d'environ 60°C. La ventilation est assurée par des dispositifs variables. L'hygrométrie est diminuée très progressivement en laissant le temps au bois de se mettre en équilibre avec l'humidité ambiante. La teneur en eau du bois ainsi séché est d'environ 10%. Le bois destiné à l'aménagement intérieur sera séché davantage. C'est tout particulièrement le cas pour les bois qui seront utilisés en menuiserie et en ébénisterie.

différents produits

L'aboutage et le lamellé collé permettent l'utilisation de bois de dimensions réduites de sciages, et autres morceaux de bois, rondins, dosses pour fabriquer des bois de grandes tailles. Les propriétés mécaniques sont au moins égales à celles des bois massifs. L'utilisation de ces matériaux est particulièrement importante dans le bâtiment.

L'aboutage

Les formes sciées sont assemblées côte à côte et collées entre elles. Cela permet d'obtenir un plateau, apprécié en ameublement, en décorations murales...

Ce même principe est utilisé pour les parquets, c'est ce qu'on appelle la mosaïque où les morceaux sont de forme parallélipipédique mais organisés dans différents sens. Il est aussi possible de faire ainsi des plateaux de tables, des portes d'armoires...

Le lamellé collé

Fig 5 quater

Ce matériau utilise le même principe que l'aboutage mais ici, les morceaux de bois sont empilés en plusieurs couches collés entre elles. Les propriétés mécaniques sont particulièrement intéressantes. On obtient une résistance mécanique plus importante que celle du bois massif.

Cette technique permet également d'obtenir des charpentes de très grandes dimensions utilisés pour la construction de gymnases, piscines, stades, hangars etc.

Grâce à ces procédés de transformation du bois, il est possible d'utiliser ce que l'on brûlait il y a encore quelques années.

Le bois déroulé et le bois tranché

Les bois déroulés.

Le déroulage du bois est une opération qui consiste à obtenir une "feuille de bois" à partir d'une grume. La dérouleuse fonctionne un peu comme un taille-crayon. La différence principale est que cette machine travaille sur un cylindre et non sur un cône. Ce procédé permet d'obtenir des déroulages de très grande dimension et d'une épaisseur de 0,8 à 5 millimètres selon l'usage et la qualité que l'on recherche. Les bois tendres, tels que les peupliers ou les pins, peuvent être déroulés sans préparation particulière alors que les bois durs doivent être attendris par chauffage. Si le bois déroulé présente peu de défauts (absence de noeuds, couleur homogène), il pourra être utilisé pour faire des contreplaqués. Dans le cas contraire, il est utilisé pour fabriquer des emballages, comme les cageots, par exemple. Les principales essences de déroulage en France sont le peuplier, le hêtre et le pin maritime.

Cette technique, comme celle du tranchage, a l'avantage de ne pas produire de sciures car on procède par coupage. La partie centrale du billon ne peut pas être travaillée et sera transformée en plaquettes pour être utilisé en papeterie par exemple.

Un autre procédé équivalent est utilisé : le tranchage.

Schéma de
deux grumes
tranchées et 1
déroulée.

FIG 6

Les bois tranchés.

La machine est différente et fonctionne un peu comme un grand rabot, elle débite la grume en très fines tranches de 0,6 à 0,7mm d'épaisseur, appelées placages, qui sont empilées ou juxtaposées (voir le schéma). Mis à part quelques utilisations en emballage, le tranchage est surtout utilisé pour faire du plaquage, opération qui consiste à appliquer le placage sur des panneaux de particules ou des bois massifs de qualité moindre, destinés à l'ébénisterie, à la décoration intérieure des murs, etc. Pour être utilisé en tranchage, un bois doit être de très bonne qualité. Pour le chêne, on recherchera par exemple des cernes d'accroissements fins et réguliers, une couleur claire et homogène (en raison de la mode actuelle pour les bois clairs)...

Les principales essences de tranchage en France sont le chêne, le merisier, le frêne, le noyer... Des essences résineuses peuvent également être tranchées si elles sont de bonne qualité. Certaines essences tropicales telles que l'acajou sont beaucoup utilisées en plaquage.

LE BOIS D'INDUSTRIE

Le bois d'industrie est souvent un bois de valeur moins élevée que le bois d'oeuvre. Pourtant, les possibilités technologiques ainsi que les débouchés sont très nombreux, il est utilisé dans l'industrie des panneaux, du papier, des dérivés chimiques... Il est également utilisé brut, après imprégnation de produits hydrofuges pour les poteaux de lignes ou les bois de mine.

Les propriétés des contreplaqués, agglomérés, et panneaux de fibres, issus de cette catégorie de bois, sont souvent proches, voire meilleures, que celles du bois brut. La qualité de tels matériaux est fonction de la nature et de la taille des particules, mais aussi de celles des colles. Les qualités de ces dernières s'améliorent constamment, ce qui devrait permettre à terme d'obtenir des produits encore plus résistants et dont la fabrication deviendra de moins en moins coûteuse. On obtient ainsi des matériaux de très grandes longueurs, quelle que soit la taille initiale de l'arbre, ce qui n'est pas le cas pour les bois sciés.

Il existe actuellement de nombreux matériaux en bois d'industrie. Seules certaines de ces techniques, les plus représentatives, seront abordées.

Les panneaux

Les panneaux classiques

Il existe différents types de panneaux. Les plus connus sont les panneaux de particules ou "agglomérés" et les panneaux de fibres. Une nouvelle génération de panneaux a vu le jour, permettant d'améliorer la résistance (OSB) et l'aspect esthétique (MDF). L'industrie des panneaux utilisant souvent des déchets d'autres productions ou d'arbres de petits diamètres, elle présente l'avantage d'obtenir des grandes surfaces à moindre coût.

Les panneaux de particules

Les panneaux de particules sont communément appelés agglomérés. Les sciures et les copeaux, issus des transformations du bois, sont mélangés avec une colle, puis pressés à chaud. Le produit a de bonnes propriétés mécaniques mais l'esthétique est souvent insuffisante.

Les panneaux de fibres

La taille des fibres est plus réduite que celle des particules. Elles sont obtenues par un pressage, très coûteux en énergie, de rondins ou d'autres déchets des scieries tels que les dosses. Les techniques d'extraction des fibres sont similaires à celles utilisées par les papetiers. De la même manière que précédemment, les fibres sont assemblées par collage à chaud. On obtient ainsi un matériau dur, mince et résistant.

Les nouveaux panneaux

Les panneaux de particules orientées

Ils sont aussi appelés panneaux OSB, abréviation de leur nom anglais. De gros copeaux de bois sont assemblés et orientés dans la même direction. Trois couches sont généralement superposées perpendiculairement les unes aux autres. Pour l'assemblage, on n'utilise pas de colle mais de la résine. Ce matériau est particulièrement résistant et est utilisé dans divers secteurs tels que l'ameublement, la charpente, l'emballage...

Les panneaux de moyenne densité

Aussi appelés MDF, ils sont fabriqués à partir de fibres obtenues par broyage puis défilage à sec du bois. Les déchets de toutes les essences peuvent être utilisés. Les techniques sont les mêmes que celles des panneaux OSB. La principale caractéristique de ces panneaux est de donner un aspect de bois massif à texture fine et homogène. Du fait de cette propriété, il peut être facilement travaillé et utilisé en ameublement.

Actuellement, le mélange de différents matériaux est en plein essor. Le bois peut être mélangé au ciment pour former des panneaux résistants au feu et à l'humidité. Il existe les panneaux de fibrage, où le bois est sous forme de copeaux longs et les panneaux bois-ciment où le bois est sous forme de particules. D'autres associations peuvent être réalisées avec de la résine par exemple. Les panneaux associant des fibres de bois peuvent avoir d'excellentes propriétés isolantes et être utilisés pour l'isolation des bâtiments. Tous ces procédés sont certainement voués à un avenir prometteur.

Le papier : un dérivé du bois

Photo de la page 179 de l'Atlas des Forêts de France
FIG 7

Qu'est-ce que le papier ?

Histoire du papier

Les Phéniciens écrivaient sur des feuilles de roseau tressé alors que les Romains gravaient sur des tablettes de bois enduites de cire. La pâte à papier fut inventée en l'an 105 par un chinois qui broya du bambou dans de l'eau avant de laisser sécher la pâte et de l'aplatir en feuilles fines. Après le bambou et le lin ce fut au tour du chiffon d'être utilisé, à partir du XVI^{ème} siècle, notamment par les Européens. Ce n'est que quelques siècles plus tard, au XIX^{ème} siècle, que le bois de feuillus et de résineux commença à être utilisé pour produire de la pâte à papier à l'aide de moyens mécaniques.

Aujourd'hui notre civilisation est plus que jamais utilisatrice du papier comme support de communication, et ce, malgré l'essor de la télévision et de l'informatique. Pour d'autres secteurs, tels que les envois postaux, le papier résiste également bien à la concurrence des matières plastiques. Chaque français consomme 150 kilogrammes de papier et carton par an. Il n'est que le dix-neuvième consommateur mondial, deux fois moins "papivore" que l'américain. En vingt ans, notre consommation totale a pourtant progressé de 75%.

Définition

Il est nécessaire, dans un premier temps, de s'accorder sur une définition du papier : "Le papier est une feuille composée essentiellement de fibres de cellulose mêlées ou feutrées et adhérant naturellement les unes aux autres" (centre technique du papier de Grenoble).

Cette définition englobe les cartons qui sont en fait des papiers à fort grammage, caractérisés par une certaine rigidité. Pour être précis, le carton est "un papier dont la masse au mètre carré est supérieure à 224 grammes, cette valeur ayant été choisie arbitrairement par tous les pays pour faciliter les échanges internationaux" (centre technique du papier de Grenoble).

Petite expérience
On peut remarquer les fibres qui composent le papier en regardant, si possible avec une loupe, les tranches d'une feuille de papier déchirée (ex : papier buvard)..

La matière première : le bois

L'essence forestière utilisée et le processus de fabrication déterminent les qualités spécifiques de la pâte à papier et donc son utilisation finale.

Quels bois choisir ?

Il existe deux familles de bois :

- les bois de feuillus dont les fibres sont courtes (0,5 à 1,5 mm) par exemple le bouleau, le hêtre et le châtaignier.
- les résineux (pins, sapins et épicéas) et les feuillus(peuplier) à fibres longues (3 à 4 mm).

La pâte de résineux se caractérise par sa solidité et sa résistance alors que la pâte de feuillus présente des avantages d'opacité et d'imperméabilité. Ces propriétés auront une influence sur le dosage des pâtes à choisir pour la fabrication de chaque type de papier.

Quelles parties du bois utilise-t-on ?

Un arbre possède trois parties distinctes quand on le coupe transversalement : l'écorce, l'aubier et le bois de coeur.

- l'écorce : elle comporte trop de défauts pour le papetier. Elle est colorée, salit le papier et ne présente pas de fibres assez fines. Elle est donc éliminée par écorçage en forêt ou à l'usine.

- l'aubier : ce bois est composé de :

- 50% de cellulose qui par sa structure en filaments constitue l'élément essentiel du papier.
- 20 à 30 % d'hémicelluloses qui assurent les liaisons des filaments dans la fibre de bois.
- 20 à 30% de lignine qui lie les fibres du bois entre elles et confère de la rigidité à l'arbre.

La lignine est thermoplastique (elle ramollit à la chaleur) et soluble dans certains réactifs. On utilise ces deux propriétés pour extraire les fibres du bois.

- le bois de coeur : de structure identique, il est une source de difficultés pour le papetier car il contient souvent des substances néfastes au blanchiment.

Les procédés de fabrication du papier

Pour transformer le bois en pâte il faut isoler les fibres de cellulose. Cette opération dite de défibrage ou de trituration se fait soit par des moyens mécaniques soit à l'aide de produits chimiques.

Les pâtes mécaniques

Elles sont produites par râpage de rondins sur des meules. Les pâtes thermomécaniques sont obtenues par broyage de copeaux entre des disques puis par désintégration mécanique utilisant la chaleur pour ramollir la lignine. C'est un procédé très brutal, qui arrache les fibres.

Le rendement de ces procédés en matière première est bon (93% environ). En revanche, ils sont très consommateurs d'énergie. Ces pâtes ne permettent pas d'obtenir un papier très blanc, elles sont donc seulement destinées à la fabrication de cartons et de journaux par exemple. En 1995, la production française était de 139 500 tonnes.

Les pâtes chimiques

Elles sont obtenues par chauffage du bois et dissolution de la lignine dans un solvant (soude ou bisulfite). Contrairement à la pâte mécanique, le rendement des pâtes chimiques est plutôt médiocre (50%, car il ne reste que la cellulose). Le prix de revient est donc plus élevé. Toutefois, la combustion des déchets du bois rend le bilan énergétique équilibré. En 1995, la production française était d'environ 1,8 millions de tonnes.

Quel que soit le procédé employé, la pâte obtenue est de couleur écrue : utilisée telle quelle pour certains papiers et cartons d'emballage, elle doit être blanchie pour les papiers d'impression-écriture, sanitaires, etc. Le blanchiment se fait par oxydation pour les pâtes mécaniques et par chloration ou oxygénation pour les pâtes chimiques.

La pâte est dite *pâte intégrée* si elle est directement utilisée sous forme liquide, au sein de la même usine et transformée immédiatement en papier. Elle est dite pâte commercialisée ou *marchande* si elle est pressée et séchée puis vendue à d'autres usines spécialisées dans la fabrication du papier.

schéma “ de l'arbre au papier ” sur une double page

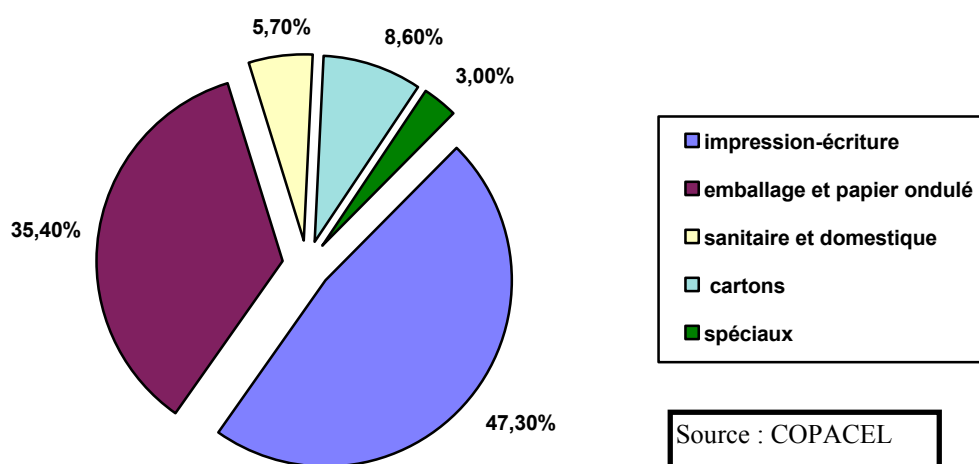
FIG 8

Différents types de papiers

La destination finale du papier détermine les caractéristiques qu'il doit présenter :

- une composition fibreuse : pâte mécanique ou chimique qui permet de définir la texture, la résistance aux chocs, l'élasticité, la résistance au déchirement...
- la présence ou l'absence de charges minérales ainsi que d'adjuvants internes (amidon, colorants...). Ces substances permettent d'avoir un papier rigide ou non, coloré ou non...
- un traitement superficiel qui permet au papier d'avoir un aspect plus ou moins lisse et brillant (apport de talc...).

On distingue cinq grandes destinations du papier.



Les pourcentages sont donnés par rapport à une production totale de 8,615 millions de tonnes de papiers (1995).

Il existe différents types de papiers : les papiers avec et sans bois et les papiers couchés ou non couchés.

Ils sont dit sans bois s'ils intègrent moins de 10% de pâte mécanique ou de fibres recyclées et avec bois dans le cas contraire.

Il est dit couché si le traitement superficiel (ex : talc) excède 10 grammes par mètres carré et non couché dans le cas contraire. Dans le cas intermédiaire, il est dit "pigmenté".

Toutes les déclinaisons existent entre papiers avec ou sans bois, couchés ou non couchés. Fabriqué à base de pâte mécanique et de vieux papiers, le papier journal est le type même du papier non couché. Ce livre est imprimé sur du papier couché sans bois (de 90 grammes au mètre carré).

Papier et environnement

L'industrie papetière : dévastatrice des forêts ?

Un sondage effectué par la SOFRES en 1989 révèle que, pour deux français sur trois, l'industrie papetière détruit la forêt. Il s'agit d'une idée fausse.

En effet, le bois exploité en France pour fabriquer de la pâte à papier permet aux gestionnaires forestiers de vendre leurs petits bois et participe donc à l'essor harmonieux et durable de la forêt.

Les deux tiers du bois consommé dans les usines sont des houppiers*, des parties de grumes de trop faible diamètre ou des rondins provenant des coupes d'éclaircies qui éliminent les arbres mal conformés. Ce débouché financier est important pour les gestionnaires des forêts. Il leur permet d'équilibrer le cycle forestier.

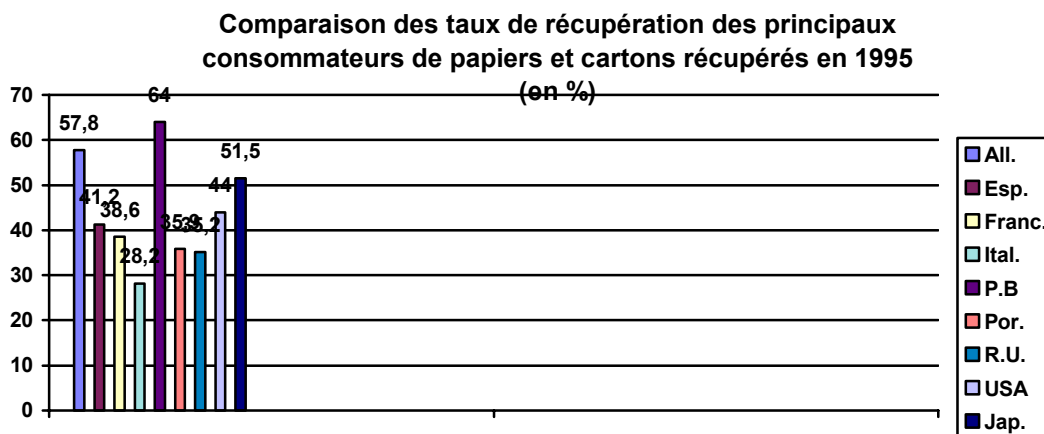
p6 de l'industrie française des pâtes à papier

FIG 9

Le dernier tiers du bois utilisé en papeterie est formé par les déchets de l'industrie du sciage (copeaux, sciure...)

Le recyclage : atouts et faiblesses

Le taux de récupération et le taux d'utilisation des vieux papiers ne cessent de progresser en France et dans le monde. Actuellement le taux moyen de récupération au niveau mondial est de 36%.



Le recyclage est un acte économique mais aussi écologique dans la mesure où il limite le volume des déchets à collecter et à traiter et où il ménage l'augmentation de la consommation en pâte vierge. Mais le recyclage des vieux papiers n'est en rien un moyen de sauver la forêt puisqu'en France, elle n'est pas menacée, du moins en quantité.

Le papier, un écoproduit.

Biodégradables et récupérables, les papiers ont un avenir prometteur dans la concurrence entre les matériaux.

Le recyclage peut se faire soit par incinération soit par récupération des vieux papiers.

L'incinération avec utilisation de l'énergie dégagée a pour atout d'être moins chère car elle ne nécessite pas de tri et augmente la valeur énergétique des ordures ménagères. Sans papier, le pouvoir calorifique* des ordures ménagères, qui contiennent beaucoup de produits verts, serait insuffisant. Cependant, comme pour toute combustion, on observe un dégagement de gaz carbonique et donc une aggravation de "l'effet de serre".

La récupération, quant à elle, a pour avantage de diminuer le volume de nos déchets et d'économiser de la matière première. Toutefois, elle a pour inconvénient de produire des boues de désencrage extrêmement toxiques qui peuvent rendre la collecte très coûteuse et non rentable. De plus un papier ne peut être recyclé que 3 ou 4 fois. Il semble donc que le taux de récupération ne puisse à terme dépasser les 55%, ce qui semble une limite technique et économique.

Le tri, un acte de la plus haute importance.

Récupérer tous les papiers en vrac n'est pas une bonne solution. Le tri à la source s'impose. Il suffit, en fait, de séparer deux grandes catégories : journaux et magazines d'une part, caisses-cartons d'autre part. Un geste nouveau à apprendre comme l'ont appris les habitants de nombreux autres pays.

Les débouchés chimiques du bois

Nous ne traitons ici que les débouchés des deux principaux constituants du bois : la cellulose et la lignine. Ces constituants peuvent être séparés par un procédé chimique (procédé sulfite) de production de pâte à papier, puis transformés en divers produits.

Produits dérivés de la lignine

Le procédé sulfite dégrade la lignine en sulfates complexes utilisés notamment pour la fabrication de la vanilline (vanille artificielle) et le tannage des cuirs. Le tannage était autrefois exclusivement réalisé grâce aux tanins, extraits des écorces, mais cette méthode est de plus en plus abandonnée au profit de traitements à base de produits de synthèse comme ces sulfates.

Produits dérivés de la cellulose

La cellulose peut être soit transformée en esters et éthers, soit régénérée, ses constituants de base ne sont alors pas modifiés. Ces produits ont des utilisations variées.

Les esters de cellulose

- acétate de cellulose : emballage, supports de films photo et ciné, mat plastiques, fibres pour les revêtements de sols et les tapis.
 - nitrocellulose : Celluloïd après un traitement au camphre.
- Acétate de cellulose et nitrocellulose sont également utilisés en solution comme colles cellulosiques à prise rapide.

Les éthers de cellulose

Ils sont utilisés comme agents épaississants et émulsifiants pour aliments et peintures, agents d'encollage et liants pour papiers et textiles, stabilisants pour les boues de forage des puits de pétrole.

La cellulose régénérée

Elle est employée pour la fabrication de fibres textiles (viscose) et de films comme la Cellophane.

Fibres textiles chimiques artificielles

Fibres textiles

Les fibres textiles peuvent être classées en deux catégories. D'une part les fibres naturelles, fabriquées par des organismes vivants, comme la soie et la laine (animaux), le coton et le lin (végétaux). D'autre part les fibres qui résultent d'une fabrication faisant intervenir des transformations chimiques, industrialisées. Parmi celles-ci on distingue :

- les fibres synthétiques, dont la composition a été inventée par l'homme et qui sont issues de la pétrochimie (polyesters, polyamides ...),
- les fibres artificielles, constituées de molécules naturelles reconstituées et plus ou moins modifiées. Ces fibres peuvent être obtenues à partir de bois de feuillus et de conifères. C'est le cas de la rayonne et des Fibranne, élaborés à partir de la viscose.

Fabrication de la viscose

La matière première, la cellulose, est extraite du bois par un procédé proche de ceux qui sont utilisés pour la pâte à papier (procédé sulfite). On en tire une pulpe très pure qui est pressée en feuilles et expédiée en balles vers les usines textiles. Les feuilles y subissent des traitements chimiques (à base de soude caustique et de bisulfure de carbone) et mécaniques (pressages, concassages). Après filtration, on obtient la viscose. Elle est ensuite mise en forme par des buses pour former des fils continus de cellulose qui sont réunis et enroulés sur des bobines : c'est la

rayonne, appelée communément viscosse. Si les buses sont remplacées par une fente mince, la viscosse n'est plus filée mais forme des feuilles de Cellophane.

L'EMBALLAGE

Généralités

Quel emballage pour quel usage ?

Le développement des emballages est lié au développement du commerce et à celui des circuits de distribution dans les sociétés modernes. Nos sociétés font appel de plus en plus aux différentes formes d'emballage, dans le processus de mise à disposition des produits. C'est pourquoi nous proposons la définition suivante de l'emballage, empruntée à P. Poncelet : "l'emballage a pour mission d'envelopper ou de contenir temporairement un produit ou un ensemble de produits pendant leur manutention, leur transport, leur stockage ou leur présentation à la vente, en vue de les protéger ou de faciliter ces opérations".

Intérêts du bois dans l'emballage

Un emballage doit présenter un certain nombre de qualités. Parmi celles-ci, citons la résistance aux efforts mécaniques (chocs, vibrations, compressions), aux agents physico-chimiques (humidité, rayons U.V.), et aux agents de contamination (agents fongiques, insectes, etc.).

Pour satisfaire à ces différentes contraintes, l'industrie de l'emballage peut jouer sur les matières premières. Celles-ci sont nombreuses et variées, notamment : bois, verre, métal, papiers-cartons, plastiques. Le bois et ses dérivés occupent encore une place importante.

	Pourcentage du bois et de ses dérivés dans la consommation en emballage par habitant et par an
France	47.5%
Europe	46.9%
U.S.A.	54.8%
Monde	56.0%

Source : AFOCEL

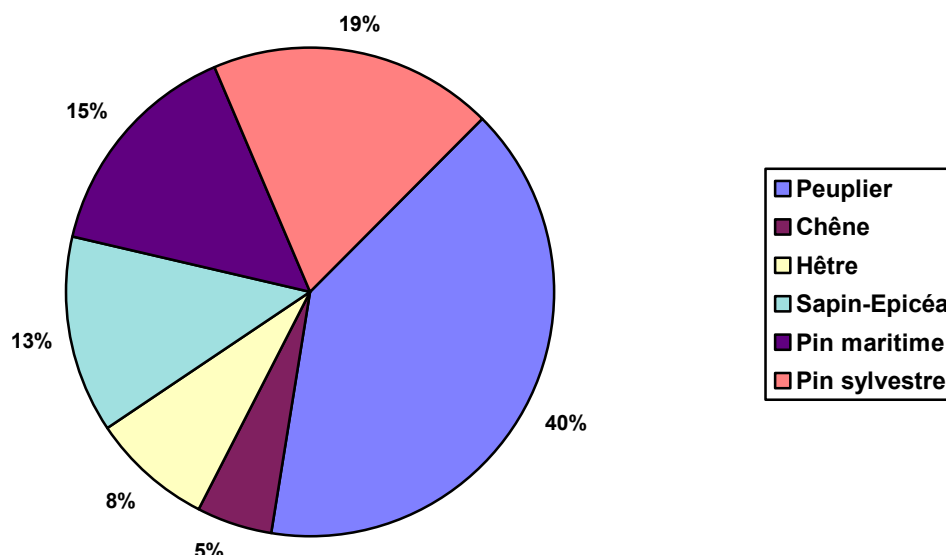
Cependant, les contraintes de l'emballage n'expliquent pas entièrement le choix des matériaux, souvent déterminés par la richesse en matière première du pays producteur, les habitudes des consommateurs, la position dominante d'une industrie...

Les types d'emballage

Les emballages peuvent se classer en fonction des techniques de fabrication mises en oeuvre pour les réaliser, ce sont principalement :

- sciage : caisses et palettes.
- tranchage-déroulage : caisses, conteneurs, emballages légers.
- fendage : tonnellerie.

Répartition des essences dans la fabrication des emballages en bois.



Source : CTBA

La caisserie

Il ne subsiste plus que trois types de fabrication de caisses.

- les caisses de luxe : colorées, vernies et décorées, elles sont destinées à des présentations particulières comme les vins de grande qualité, la confiserie de luxe, les parfums, etc.
- certaines caisses de fabrications spéciales, en petites séries, pour les munitions par exemple.
- les emballages de type industriel où le bois représente environ la moitié des matériaux utilisés pour le soutien et les calages d'objets divers. L'autre moitié correspond à du carton, du plastique, et de l'acier.

En France, la fabrication des caisses consomme environ 15% du bois d'emballage. La caisserie utilise actuellement plus de 100 000 m³ de contre-plaqué par an, en particulier du contre-plaqué tout peuplier.

L'emballage léger

Le secteur des emballages destinés aux fruits et légumes constitue le premier pôle d'activité de l'industrie de l'emballage en bois (40% de l'activité totale).

photo page 29 de
Forêt de France n°392
FIG 10

	nombre d'emballages produits par an (en millions)
fruits et légumes	480
caisses à fromage	30
paniers et bourriches à huîtres	12
emballage divers(paniers à fraises, barquettes...)	10

Cette production se fait par transformation annuelle de 1 million de mètres cube de peuplier, 80000 mètres cube de hêtre et 60000 mètres cube de pin.

C'est un secteur économique où les normes sont strictes. Les dimensions des différents emballages répondent à un cahier des charges très précis établi au niveau international.

On distingue deux sortes d'emballages : ceux de forme parallélépipédique, et les autres.

Dans les emballages parallélépipédiques on distingue trois formes : *les plateaux* qui peuvent être empilés grâce à une barrette fixée sur l'extrémité des tasseaux d'angle ; *les cagettes* dont les panneaux sont toujours à claires-voies et dont la hauteur est comprise entre 15 et 25 centimètres et *les cageots*, de même nature que les précédentes, mais dont la hauteur dépasse toujours 20 centimètres.

3 figures page 282 de Informations-Forêt n°4 1987 ("le bois et l'industrie de l'emballage")

Il existe aussi des emballages à usage particulier dont les formes sont variables, notamment les billots* et les basquets* pour l'emballage des fruits et des huîtres ; les paniers et fleins* pour l'emballage des champignons et des fraises, etc...

Les palettes et caisses-palettes

Les palettes

La palette est un plateau rectangulaire sur lequel on entrepose une certaine quantité de marchandises (boîtes, bouteilles, sacs, matériaux...), constituant une unité de charge. C'est à la fois un support de stockage, de manutention et de transport. Conçue pour être manipulée par un chariot élévateur ou transpalette, elle permet de réduire les temps de manutention. La palette est devenue ainsi le maillon obligatoire de ce que l'on appelle "la chaîne logistique" : manutention, stockage, transport et distribution.

Photo de la page de garde de "Production et recyclage des palettes et caisses en bois" du CTBA
FIG 11

Les caisses-palettes

Par leur conception, les palettes se prêtent mal au conditionnement d'éléments ou de produits de faibles dimensions et de formes irrégulières. On a donc inventé les caisses-palettes. Ce sont des palettes qui comportent au moins trois parois verticales pleines ou à claire-voie, fixes, dépliables ou démontables. Elles peuvent également être munies d'un couvercle.

Dessins page 18 du livre du CTBA
"production et recyclage des palettes et
caisses en bois"

Les tonneaux

FIG 12

Photo page 40 du "Forêt de France" n°
386 (en bas)

La tonnellerie

Des explosifs aux grands vins

Les historiens s'accordent pour dater la naissance des premiers tonneaux au siècle d'Uxellodunum (aujourd'hui Vayrac dans le Lot) soit 51 ans avant J.C. Les fougasses, récipients de bois assemblés et dangereusement remplis de matières inflammables, étaient alors utilisées pour des besoins défensifs. Ensuite les tonneaux ont été utilisés pour stocker le vin. Les barriques sont des tonneaux de grandes dimensions dont le volume diffère selon les régions : 225 litres dans le bordelais, 228 litres en Bourgogne et 350 à 450 litres à Cognac.

Le chêne et la bonification des vins

Les experts parlent d'un mariage heureux entre le chêne et le vin, grâce à un mélange subtil des tanins (du celte tan qui veut dire chêne) de l'un avec celui de l'autre et à une oxygénation lente et constante. Les tonneaux sont aujourd'hui exclusivement fabriqués en chêne car ce bois possède des qualités qui permettent cette bonification des vins mais aussi des liqueurs et d'autres produits. Parmi ces qualités on peut citer le grain du bois, qui reflète la largeur des cernes annuels (voir *les caractéristiques du bois*). Le grain du bois de chêne est suffisamment fin tout en ayant des pores permettant la circulation de l'oxygène et donc le vieillissement harmonieux du liquide contenu. Seul le bois de cœur est utilisé, car il faut un bois homogène et chargé de tannins.

Le bois fendu

La fabrication des tonneaux nécessite une technique de coupe du bois tout à fait particulière. Les billons de chêne, de haute qualité, sont débités par fendage. L'intérêt principal du fendage est de respecter les fibres qui ne sont pas coupées. On garde ainsi les propriétés du bois débité en planches appelées merrains. Le bois est ensuite retravaillé puis longuement séché en plein air. Certaines études ont montré que le séchage accéléré ne permettait pas une maturation du vin aussi parfaite qu'avec un séchage long.

Les débouchés des bois de très bonne qualité pour fabriquer des tonneaux ont nettement progressé ces dernières années. Le rendement est faible car ils sont soumis à une sévère sélection. Un tonneau de 225 litres, qui est vendu autour de 2500 francs, nécessite près d'un demi mètre cube de bois vert. Aujourd'hui entre 60 et 70 tonnellerie se partagent la production annuelle française de 300 000 barriques de chêne.

Une grande importance économique

La France est le premier fabricant européen d'emballage avec 900 000 m³ d'emballages légers, 880 000 m³ d'emballages industriels et 2 millions de mètres cube de palettes et caisses-palettes par an soit 60 millions d'unités.

C'est un secteur économique vital pour la forêt française : 30% du bois de sciage est utilisé par l'emballage. Les palettes et caisses-palettes occupent une place déterminante.

Les qualités du bois, matériau d'emballage, sont telles qu'il est irremplaçable dans bien des secteurs. Cependant, divers matériaux viennent le concurrencer tels que les cartons, les plastiques ou les métaux. Ces derniers ne peuvent toutefois pas allier les deux principaux avantages du bois à savoir légèreté et résistance. De plus le coût du recyclage du bois est plus faible que tout autre matériau.

L'atout principal du bois semble être aujourd'hui les nombreuses opportunités de recyclage et de valorisation énergétique qu'il permet. En raison de la prise en compte des problèmes d'environnement, ce critère sera déterminant à l'avenir, dans le choix des matériaux.

LE BOIS SOURCE D'ENERGIE

De nos jours plus de 50% du bois récolté dans le monde est utilisé sous forme de bois de feu pour le chauffage et pour la cuisson des aliments : 20% en France, 33% en Europe, 65% en Asie, 85% dans les pays en voie de développement et 90% en Afrique.

Il a été le moteur du développement industriel. Jusqu'au milieu du XIX^{ème} siècle, le bois était le seul combustible utilisé pour se chauffer. Une ville comme Paris avait besoin de 2,8 millions de stères* de bois de chauffage par an. Les bûches ou le charbon de bois étaient acheminés par bateau, notamment à partir du Morvan. Aujourd'hui, le bois est encore utilisé comme combustible et les rendements des chaudières à bois ont été considérablement améliorés.

Le bois de chauffage

Qu'est-ce que le bois de chauffage ?

Dans le commerce des bois, on range sous le terme général de bois de feu diverses catégories de produits, à savoir :

- *le bois de corde* d'une longueur de 1 mètre, qui comporte les *rondins* de 7 à 14 cm de diamètre et les *bois de quartier*, de plus de 14 cm de diamètre qui sont fendus en deux ou plus.
- *la charbonnette*, bois de toutes essences de 4 à 7 cm de diamètre et 70 à 80 cm de longueur. Elle est surtout utilisée pour la fabrication du charbon de bois et parfois pour les fours des boulangers.

Relations entre volume apparent, volume plein et masse du bois, en moyenne.

Unités de Grandeurs	Volume apparent (stère)	Volume plein (m ³)	Masse (tonne)
1 stère	1	0,60	0,55
1 m ³	1,65	1	0,90
1 tonne	1,80	1,10	1

Le *pouvoir calorifique*, quantité de chaleur dégagée par la combustion d'une unité de poids, dépend de la densité du bois, du type d'essence et surtout de son degré d'humidité. Une forte teneur en eau diminue le pouvoir calorifique, de plus, le bois vert est faiblement inflammable et brûle mal. Six mois à deux ans et demi de séchage sont nécessaires pour obtenir un taux d'humidité compatible avec une

combustion optimale.

Mille litres de fioul fournissent autant de chaleur que 7 stères de feuillus durs et secs, ou 10 stères de pins.

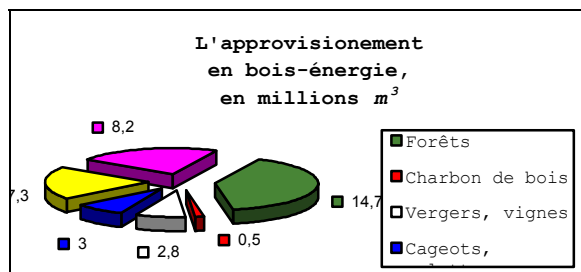
Hierarchisation des essences en fonction de leur pouvoir calorifique

classement	ESSENCE	NOT	classement	ESSENCE	NOT
	S	E		S	E
1	charme	100	8	saule	71
2	chêne	99	9	sapin	70
3	frêne	92	10	aulne	67
4	érable	91	11	mélèze	66
5	bouleau	89	12	tremble	65
6	orme	84	13	tilleul	57
7	hêtre	80	14	peuplier	50

La note 100 correspond à l'essence qui donne le plus de chaleur et la note 50 à celui qui n'en donne que la moitié.

D'où vient le bois de chauffage ?

Le bois de feu provient en majeure partie de la forêt, soit des taillis* et des taillis sous futaie*, soit des houppiers* des arbres de futaie*. Toutefois, d'importantes quantités de combustible ligneux sont également fournies par les surfaces boisées (haies, vergers, parcs, boqueteaux...) des propriétés rurales.



Il existe plusieurs possibilités pour se procurer du bois de chauffage :

- achat de bois sur pied ou de houppiers chez un propriétaire forestier,
- achat de bois de chauffage "bord de route" chez un propriétaire forestier, à un marchand de bois ou à certains bûcherons,
- achat de bûches façonnées, à un détaillant livreur.

Le combustible en France

Le bois est pour l'essentiel une source d'énergie à usage domestique. Le chauffage des maisons individuelles couvre 85% de la consommation. Les industries de transformation du bois qui brûlent une partie des sous-produits de leur activité en utilisent environ 10% (voir *les produits connexes du bois*). Le secteur tertiaire, l'agriculture, l'habitat collectif et les unités de traitement des ordures ménagères en consomment moins de 5%.

La consommation de bois dans l'habitat s'est accrue depuis 1974, à la suite de la crise pétrolière. C'est aujourd'hui la seconde source d'énergie après le fioul pour le chauffage des pavillons individuels. Principale énergie de 2,5 millions de familles, il fournit le quart de l'énergie consommée pour chauffer les résidences principales. Une famille sur deux, habitant une maison individuelle, dispose d'un système de chauffage au bois mais il est souvent utilisé en appoint.

Le chauffage au bois est d'abord une pratique rurale : 85% des familles concernées habitent une commune de moins de 3 000 habitants. Les agriculteurs et les retraités en sont les premiers utilisateurs. En revanche, le bois en appoint correspond davantage aux pratiques des catégories sociales moyennes et aisées. L'utilisation du bois de chauffage est également variable suivant les régions, avec une prédominance pour l'est et l'ouest de la France. En 1990, la Bourgogne a brûlé 500 000 m³ de bois, l'Ile-de-France 50 000, l'Auvergne et le Limousin 200 000 chacune.

Le combustible dans le Monde

Au cours de ces dix dernières années, la crise du bois de feu a été prise en compte dans les programmes de développement. Près de la moitié du bois abattu actuellement dans le monde est utilisée pour le chauffage. Dans certains pays du tiers monde, les dépenses engagées pour se procurer du bois sont égales à celles concernant la nourriture. Au Nigeria par exemple, 55 millions de m³ seraient affectés au chauffage, et 2 ou 3 seulement au "bois d'œuvre" pour une population de plus de 50 millions d'habitants.

Le charbon de bois

La fabrication du charbon de bois

Le charbon de bois est obtenu grâce à la pyrolyse, processus de décomposition thermique en absence d'air. Les produits issus de la pyrolyse sont de trois types : le charbon de bois, le jus pyroligneux* et les gaz. Pour mettre l'accent sur le produit recherché en particulier, on utilise trois termes qui qualifient en fait le même processus ; on parle donc de : carbonisation, distillation ou gazéification.

Le chauffage du bois peut être décomposé en plusieurs étapes, au cours desquelles différents composés chimiques sont séparés de ce qui devient finalement le charbon de bois. Jusqu'à 200°C, les réactions chimiques sont peu importantes et le bois perd surtout son humidité. A partir de 200°C, les constituants les moins stables se décomposent et émettent un dégagement gazeux (CO, CO₂, vapeur d'eau, d'acide acétique et de méthanol), puis des hydrocarbures (méthane, éthane, éthylène) sont volatilisés et des goudrons légers se forment. Ensuite, le jus pyroligneux s'enrichit en goudrons lourds.

Pendant ce temps, le résidu passe du stade de bois roux appelé "bois torréfié" à celui de charbon et sa teneur s'enrichit relativement en carbone pour atteindre 90 à 95 % si le chauffage se fait au-delà de 700°C.

Les utilisations du charbon de bois

Combustible pour pays en développement

Dans ces régions, le charbon de bois est utilisé depuis des siècles pour la cuisson des aliments, le chauffage domestique et l'artisanat. Comparé au bois, il présente l'avantage d'une combustion lente et régulière et il ne dégage pas de fumée. De plus, l'équivalent calorifique est doublé pour un même poids.

Combustible pour barbecue

Le charbon de bois s'allume facilement, et présente peu de danger pour l'utilisation en plein air, il donne peu d'étincelles et laisse peu de cendres. On estime aujourd'hui que 65 000 tonnes de charbon de bois sont consommées en France chaque année pour cette utilisation.

Carburants pour moteurs à gaz

L'utilisation du charbon de bois comme carburant pour les moteurs diesels ou à gaz pauvres est évoquée en cas de pénurie de produits pétroliers. Les gazogènes* ont ainsi été utilisés durant la seconde guerre mondiale mais de nombreux problèmes ne laissent présager aucun développement de cette utilisation.

Réducteur en métallurgie

Pour la fabrication de la fonte et du fer, les anciennes industries sidérurgiques utilisaient le charbon de bois. Certaines purifications en métallurgie, conduisant à des aciers spéciaux de qualité, continuent à utiliser le charbon de bois plus réactif, plus dur et plus absorbant qu'un autre réducteur comme le charbon ordinaire.

Electrométallurgie

Dans ce secteur, le charbon de bois continue à trouver des débouchés, limités mais nobles. Les ferro-alliages et la métallurgie du silicium en consomment en France à peu près 30 000 tonnes/an.

Le charbon actif

Il correspond à la forme la plus noble et de très grand avenir des charbons de bois, en particulier pour les essences d'arbres les plus dures. Ce charbon se caractérise par sa grande surface spécifique et le grand nombre de pores dans les particules produites, permettant de mieux absorber les gaz, les vapeurs et certains liquides. On obtient ainsi des charbons décolorants et absorbants pour l'épuration des eaux ou des produits agricoles

LES PRODUITS CONNEXES DU BOIS

Les termes de produits connexes, sous-produits et déchets du bois sont synonymes mais on utilise le terme de déchets quand ils ne sont pas réutilisés, et ceux de sous-produits ou produits connexes (moins péjoratif) lorsqu'ils font l'objet d'une valorisation.

Les produits connexes sont issus de tous les niveaux de la chaîne de transformation du bois.

Les produits connexes de l'exploitation du bois

Les produits d'exploitation forestière comprennent les grumes* (bois d'oeuvre 62,1%), les houppiers, les branchages, ainsi que les bois d'éclaircie et de taillis de faible diamètre (bois

d'industrie, 30,8% et bois de feu 7,2%). Les déchets de cette exploitation sont les écorces parfois éliminées sur place, les petites branches appelées rémanents et les sciures d'abattage et d'ébranchage. Ils ne font l'objet d'aucune valorisation ; les rémanents sont éliminés sur place par brûlage, les sciures sont perdues au sol et les écorces abandonnées. On ne considère comme produit connexe que les parties utilisées en bois de feu.

Les produits connexes de la transformation du bois

note : on ne considère dans cette catégorie que les produits issus de la transformation du bois d'oeuvre.

Les scieries

Le sciage des grumes produit de nombreux déchets tels que les écorces, les sciures, les délignures* ou les dosses*(voir schéma).

Une première transformation permet de produire des plaquettes, par broyage de chutes de bois massif (dosses, délignures...). Les plaquettes sont des éclats de bois d'environ 2 cm de long et 8 mm d'épaisseur, directement commercialisables et utilisables par les industries de trituration qui les achètent.

schéma de découpe d'une grume

Les industries de seconde transformation

Ce sont les fabricants de panneaux , de meubles, de parquets, de lambris, les menuiseries industrielles et du bâtiment et les charpentiers.

Pour les panneaux de particules, les déchets sont des chutes de découpe, des sciures, des panneaux rebutés, des poussières de ponçage. On peut y ajouter pour le contreplaqué les écorces, noyaux de déroulage, chutes de placage, et chutes de panneaux et à partir des bois massifs des copeaux d'usinage.

L'élimination

L'élimination ne concerne de nos jours qu'une faible proportion des déchets : une partie des sciures, poussières de ponçage, copeaux, écorces, et chutes diverses. Elle est surtout pratiquée par les scieries et assez peu par les autres industries du bois et se fait par brûlage à l'air libre sans valorisation énergétique, mise en décharge ou enfouissement temporaire.

Les valorisations

Autrefois inutilisés et seulement éliminés, les produits connexes du bois sont aujourd'hui de plus en plus exploités. La totalité des plaquettes, des dosses et des délignures ainsi qu'une grande partie des noyaux de déroulage sont destinées à la vente, en France ou à l'étranger. Les valorisations visent la production d'énergie ou l'approvisionnement des industries du bois.

Trituration

L'industrie papetière ne consomme que des sous-produits du bois et utilise les plaquettes, les dosses, les délignures et chutes diverses pour produire de la pâte à papier. La fabrication des

panneaux de fibres et de particules a recours aux mêmes produits connexes auxquels viennent s'ajouter les sciures.

Valorisations énergétiques

- *combustion* : elle concerne les écorces, les chutes, les sciures et poussières de ponçage ainsi que les plaquettes non écorcées. Ces produits servent au chauffage de locaux et au séchage dans les industries du bois ou au chauffage de collectivités qui les achètent.

- *carbonisation* : la production du charbon de bois emploie les dosses, délignures, et chutes.

Valorisations agronomiques et horticoles

- *compostage, paillage* : les écorces servent de compost en agriculture et en horticulture ou de paillage pour empêcher le développement de mauvaises herbes et contribuer à l'esthétique de massifs, aires de jeux, bordures d'autoroutes...

- *litières animales* : que ce soit pour les animaux domestiques ou les élevages, notamment avicoles, les sciures et copeaux sont très utilisés pour la confection de litières, à l'état brut ou sous forme de granulés.

Autres valorisations

- *sciures industrielles et farines de bois* : après séchage et tamisage, elles sont utilisées pour le nettoyage des sols, le fumage des viandes et poissons, la filtration de divers produits...

- *objets moulés* : ils sont obtenus par moulage-pressage de sciures associées ou non à un liant. On trouve parmi ces objets des tables de bar, abattants sanitaires...

- *produits composites* : ce sont des matériaux qui associent des particules de bois à d'autres substances. On peut citer comme exemple les panneaux de bois-ciment utilisés dans le bâtiment.

Les valorisations des produits connexes du bois présentent plusieurs intérêts. Tout d'abord elles permettent d'étendre de nombreuses productions à moindre frais, ces produits étant relativement peu chers. Ensuite, elles contribuent à diminuer la mise en décharge des déchets industriels conformément à la réglementation française, qui s'est durcie en la matière depuis 1992, et donc participent à la protection de l'environnement.

LE BOIS : UN PRODUIT FINI

UNE UTILISATION PLURISECULAIRE

Le bois, ressource renouvelable et largement représentée, a été utilisé par l'homme dans toutes ses activités. Il l'employait déjà au néolithique pour emmancher des outils ou se fabriquer des cuillers. L'essence couramment usitée était le chêne. Ecuelles, jattes et récipients étaient directement taillés dans les branches de l'arbre. Le tronc permettait de débiter de grosses pièces pour constituer le mobilier. L'homme utilisait également le bois pour la chasse en confectionnant des lances, arcs et flèches, et plus tard, des fusils. Aujourd'hui, le bois a toujours sa place dans les objets de tous les jours : chaises et tables, cuillers, récipients etc.

QUELQUES TECHNIQUES DE TRAVAIL DU BOIS

Le bois étant facile à travailler en de multiples formes et comportant une gamme de teintes variées, il permet à l'homme d'exprimer ses talents de créateur. L'oeuvre d'art se rencontre depuis la statuette, à l'unique fonction esthétique, jusqu'au meuble de style esthétique et fonctionnel. Pour parvenir à ses fins, l'homme utilisait diverses techniques telles que la sculpture, la marqueterie, la tournerie...

La sculpture sur bois

Elle peut être exécutée avec un simple couteau mais elle utilisait traditionnellement toutes sortes de ciseaux à bois. La sculpture sur bois était déjà pratiquée il y a 4000 ans par les Egyptiens. Parmi les sculpteurs, on distingue les figuratifs et les ornemanistes. Les premiers travaillent des blocs de bois massifs, les seconds sculptent des motifs sur des produits finis (buffets, chaises etc...). Certains font les deux à la fois, c'est le cas des paysans gallois qui déclaraient leur amour à une belle en lui offrant un "gage d'amour" sculpté dans une seule pièce de bois, par exemple des cuillers dont la forme et les motifs représentaient les volontés du soupirant.

L'année 1830 a marqué un tournant dans l'évolution des objets en bois, puisqu'elle a vu le début de l'ère des articles manufacturés. On parle d'ailleurs d'objets de collection pour ceux qui ont été fabriqués manuellement avant cette date. La sculpture moderne sur bois emploie de nouveaux procédés pour arriver à des résultats insolites sur le plan de la couleur et de la forme. C'est le cas du 1er prix du trophée du bois 1991 puisque cette oeuvre, qui représente le logo d'un Centre Socio-Culturel, a été réalisée à partir d'Iroko (bois tropical), assemblé en lamellé-collé. Le dégrossissage s'est effectué à la tronçonneuse et la sculpture proprement dite à la gouge*.

Cuillers en bois sculptées p207 de "le grand livre du bois" éd. Nathan 1977. Ou alors :

Exemple de sculpture traditionnelle p.17 de "Sculpter le bois" de Carlo Jans éd. Le temps apprivoisé

FIG 13

Photo du catalogue des trophées du bois en Normandie 1991 édité par le CNDB p.13 légende : Sculpture de Vincent LAVENU représentant le logo D'un Centre Socio-Culturel. D'un poids de 700 kg, elle mesure 1,50m de haut et a une envergure de 1,50m)).

FIG 14

La marqueterie :

La marqueterie consiste à assembler plusieurs lames de bois différents côte à côte dans un but esthétique. Les motifs peuvent être géométriques, représenter des fleurs, des animaux ou toute

Photo d'un meuble ancien, montrant le résultat des techniques de marqueterie

autre scène de la vie quotidienne. Cette technique s'est beaucoup développée au XIV^{ème} siècle, surtout en Italie, pour décorer des boîtes et des coffres. Les styles de marqueterie sont différents d'une époque à l'autre mais également d'un pays à l'autre. Les bois utilisés étaient choisis en fonction de leurs teintes bien que les artisans s'attachaient parfois à en accentuer les nuances en les teignant. Jusqu'au XVII^{ème} siècle ce sont principalement les essences locales qui sont utilisées (chêne, cerisier...). Plus tard, les essences exotiques (bois de rose, ébène...) font leur apparition.

Le tournage du bois

Le tournage du bois existait déjà dans l'Egypte antique. Son principe est simple : il consiste à façonner une pièce de bois tournant autour de son axe. Le bois est fixé à ses deux extrémités entre une poupée fixe et une poupée "mobile", ce qui permet de réaliser des pieds de tables, de chaises etc... ; on appelle cela le tournage entre pointes. Pour réaliser des bols, vases ou tout autre objet devant être évidé à la gouge, la pièce de bois n'est fixée qu'à la poupée fixe, on appelle cela le tournage "en l'air". Les principaux outils pour tourner des bois tendres sont la gouge et le ciseau qui tranchent le bois en très fines lamelles.

Schéma
sommaire d'un tour à
bois indiquant la
poupée fixe et la
poupée mobile (voir le
porte outils et le banc)

FIG 15

Selon ce que l'on veut obtenir, pratiquement toutes les essences sont utilisables en tournerie. Seuls les bois à grains grossiers (chênes, noyer) sont trop difficiles à travailler pour le tournage "en l'air". Les essences à texture fine (hêtre, aulne, frêne...) peuvent être utilisées pour le tournage entre pointes ou "en l'air".

Le séchage habituel est d'environ une année ; en deçà, l'ouvrage achevé se déforme ; au delà, l'outillage s'use très rapidement et le travail devient plus difficile. Toutefois, il est possible de tourner le bois en vert, c'est à dire sans séchage, mais il faudra le retoucher par la suite, à moins que les déformations engendrées soient recherchées dans un but artistique.

Un nouveau type d'art

Un procédé de fabrication italien permet, par coloration de fines lamelles de bois, d'obtenir après collage un bloc reconstitué aux multiples couleurs (jaune, orange, bleu, vert, etc.). Il peut alors être travaillé comme n'importe quel autre morceau de bois massif et offrir un aspect tout à fait original. Ce procédé est utilisé pour réaliser des revêtements muraux par placage, mais aussi pour fabriquer des saladiers et autres ustensiles quotidiens.

Les jouets en bois

La découverte d'une poupée articulée en chêne dans un sarcophage datant du I^{er} siècle après J.C., atteste de l'utilisation très ancienne du bois dans la fabrication des jouets. Ils étaient confectionnés pendant la mauvaise saison par les graveurs sur bois, les menuisiers ou les charpentiers. Presque tous les bois peuvent être utilisés. Selon l'emploi visée, on choisit des bois durs (chêne, orme, hêtre, érable, charme...), des bois blancs (peuplier, saule, bouleau...), des bois résineux (mélèze, pin, sapin), des bois fins (cornouiller, buis, merisier...) ou des bois exotiques (palissandre, bois de rose, acajou...). Les jouets anciens représentent souvent des éléments de l'environnement quotidien des hommes : figurines, chariots, animaux... Le cheval est très souvent représenté dans les jouets au cours des âges, depuis le cheval en bois à roulettes datant du III^{ème} siècle avant J.C retrouvé en Egypte, jusqu'au cheval à bascule encore commercialisé de nos jours.

Photo d'un jouet ex :
Cheval à bascule

FIG 16

Les années 80 ont vu le développement des robots sophistiqués et des vaisseaux spatiaux tout plastique. Toutefois, il semblerait que depuis quelques années, le jouet en bois, représentant des valeurs traditionnelles, retrouve la place qu'il occupait autrefois dans l'univers ludique des enfants. Pièces de jeux d'échecs, dominos, quilles, bilboquets, sont autant d'exemples de l'utilisation du bois pour le jeu.

Les instruments de musique

Un des instruments d'origine végétale le plus ancien est la flûte de Pan. Son nom provient d'une légende : le dieu Pan était amoureux de la nymphe Syrinx d'Arcadie, mais celle-ci, cherchant un jour à lui échapper en se dirigeant vers le fleuve Ladon, se métamorphosa en roseau. Le souffle du vent fit retentir un son que le dieu Pan reconnût comme étant celui de sa bien aimée. Il rassembla quelques roseaux pour en faire une flûte et lui donna son nom.

Le bois occupe une très grande place dans la musique, on le retrouve dans les quatre grands types d'instruments que sont :

- Les idiophones, où le son est produit par la matière même de l'instrument. Deux baguettes de bois frappées l'une contre l'autre en sont un exemple et constituent certainement l'instrument de musique en bois le plus archaïque. C'est également dans ce type d'instrument que l'on rencontre de nombreuses percussions (castagnettes, xylophones...)

- Les membraphones, où le son est produit par des membranes fortement tendues (tambour, tambourin...)

- Les cordophones, où une ou plusieurs cordes sont tendues entre des points fixes. On rencontre dans cette classification les harpes, guitares, violons...

- Les aérophones, où l'élément vibratoire primaire est l'air lui-même. C'est le cas du basson, de la flûte à bec, de la clarinette etc.

La palette d'utilisation d'essences différentes est très vaste. Les bois tropicaux tels que l'ébène, le palissandre ou l'acajou sont souvent utilisés pour leur résistance. Ils sont destinés aux pièces devant subir des frottements ou résister à la tension des cordes par exemple. Les bois des climats tempérés tels que l'épicéa, le cèdre, ou le noyer sont préférés pour leurs propriétés acoustiques et vibratoires.

Les matériaux synthétiques ont parfois tendance à remplacer le bois, ce qui diminue le coût de l'appareil et son poids. Toutefois, la qualité sonore s'en trouve également souvent réduite.

Pour être utilisés en lutherie les bois doivent sécher à l'air libre durant 7 à 10 années au minimum. Les qualités sonores seront également conférées par le vernis utilisé. Le secret du son des violons réalisés par Antonio Stradivari, qui a donné son nom aux stradivarius, réside dans la composition du vernis. Personne n'a encore réussi aujourd'hui à percer son mystère.

Le violon, instrument de prestige

Soixante-dix pièces constituent ordinairement le violon. La qualité, les types de bois utilisés et leurs proportions sont d'une importance capitale dans la réussite sonore de l'ouvrage.

Le sapin est utilisé pour ses caractéristiques vibratoires. Il compose la table supérieure, les contre-éclisses, les tasseaux, l'âme et la barre d'harmonie.

Pour être utilisable en lutherie, il doit avoir environ 300 ans et des cernes d'accroissement très réguliers.

L'érable, plus dense et plus résistant forme la table inférieure, les éclisses, le manche et le chevalet. Les érables à fibres ondules sont particulièrement recherchés car ils offrent de très bonnes qualités acoustiques.

L'ébène, bois tropical, est utilisé pour sa très bonne résistance mécanique qui permet de le destiner aux pièces exposées à une usure importante. Il sert à la fabrication de la touche, des chevilles, du sillet, du cordier et du bouton.

Schéma légendé des différentes parties constituant le violon. in "Les instruments de musique" tome 1 de François-René Tranchefort aux Editions du Seuil, 1980 - p.216

FIG 17

La mentonnière peut être soit en buis soit en palissandre. L'archet est en Pernambouc aussi appelé Bois du Brésil qui possède la densité, la souplesse et la résistance requises.

LE BOIS DANS L'HABITAT

Le bois dans le mobilier

On entend par mobilier tout objet ou ensemble d'objets qui peuvent être utiles dans une maison. Le bois y occupe une place très importante, en particulier dans le passé. Le mobilier en bois existe depuis que l'homme est capable de créer des outils. A l'origine, le côté pratique de l'objet prime sur son esthétique, mais déjà au néolithique, l'homme décore les meubles en effectuant une succession linéaire de fleurs, de croix, de soleils entourés par des cercles. Au fil des siècles, la multiplication des outils et des techniques s'accompagne d'un développement de l'art dans la fabrication des meubles.

Jusqu'au milieu du XVII^{ème} siècle, les menuisiers utilisent principalement des essences locales, en particulier du chêne et du châtaignier. Plus tard, de nouveaux moyens de transport permettent d'importer des bois tropicaux tels que l'ébène, l'acajou ou le bois de rose. Ces bois tropicaux, rares et chers, sont surtout utilisés pour faire de la marqueterie ou du placage. Le placage, déjà utilisé dans l'Antiquité égyptienne et romaine, consiste à coller une lame de bois précieux sur du bois massif de moindre intérêt en terme de qualité ou d'esthétique. De nombreux meubles du XVII^{ème} siècle sont plaqués en ébène. C'est depuis cette époque que l'on nomme les menuisiers spécialisés dans cette technique les ébénistes. Beaucoup de temps et d'argent étaient consacrés à la réalisation de véritables chefs-d'oeuvre, qui s'adressaient essentiellement à la riche bourgeoisie et à l'aristocratie. Les différentes modes voient se succéder des styles variés, depuis le Gothique international, en passant par le style Louis XVI, Empire et Restauration jusqu'au style Art Déco et International. Parallèlement à cette production de meubles de style, des meubles plus

simples, dits "rustiques" étaient toujours fabriqués par les menuisiers et s'adressaient aux classes

Photo d'un meuble contemporain si possible en hêtre ou autre bois clair. Photos ex : catalogue Ligne roset ou Roche bobois.

moins aisées.

Aujourd'hui, de nouveaux procédés ont donné le jour à des meubles qui ont l'apparence du bois mais qui sont des imitations en stratifié* ou mélaminé*. Cette technique a permis de réduire les coûts, ce qui oriente l'acheteur vers ce type de produits. Aujourd'hui, les bois clairs sont à la mode, les meubles en pin ou en hêtre ou leurs imitations sont très représentés dans toutes les surfaces de ventes. Les fabricants industriels personnalisent leurs produits en affinant les teintes. Certains proposent par exemple des meubles en hêtre ton poirier ou merisier. Les meubles en kit, montés par assemblage de panneaux représentent

la majorité des ventes. Le meuble contemporain haut de gamme représente moins de 10% du marché.

la décoration murale

Le choix de décoration murale en bois est vaste. Les lambris arrivent en tête de liste avec une consommation multipliée par 5 entre 1970 et 1990. Les résineux représentent 97% de la production, dont les trois quarts sont en pin maritime.

Les panneaux sont également utilisés pour décorer les murs. Il s'agit le plus souvent de placage de lamelles de bois, de stratifiés ou de mélaminés. Là encore, le choix de teintes et de types de bois est vaste : poirier, hêtre, essences tropicales... Le support du placage est important car il conditionne la durabilité. L'aggloméré, ou panneau de particules est résistant et peu coûteux ; les contre-plaqués voire les MDF*, peuvent également être utilisés mais sont plus chers et plus lourds. Quoi qu'il en soit, il est important qu'ils aient une bonne tenue au feu, soit M0, M1 voire M2, ce qui est le cas des bois ignifugés.

Le bois dans la construction

Devant les risques d'incendies, les matériaux se répartissent en 5 catégories :

- M0 : incombustible
- M1 : Non inflammable
- M2 : Difficilement inflammable
- M3 : Moyennement inflammable
- M4 : Facilement inflammable

camembert p24 du document de l'ADEME sur "l'utilisation du bois dans la construction et action institutionnelle."

FIG 18

Le bois est l'un des premiers matériaux que l'homme utilise dans la construction. Le record de longévité pour une construction en bois est détenu par un temple bouddhiste au Japon, construit au VII^e siècle. En Europe, il s'agit d'églises norvégiennes, construites entre le XII^e et le XIII^e siècle. En France, la présence actuelle de maisons datant du XV^e et XVI^e siècle témoigne de l'utilisation et de la longévité du bois dans la construction. C'est le cas des maisons à colombages alsaciennes ou normandes, des fermes des Landes, de Champagne ou de Normandie. Durant les dernières décennies, l'utilisation du bois dans la construction a diminué au profit d'autres matériaux tels que la pierre, le béton, l'acier ou l'aluminium. Pourtant, depuis quelques années, le bois retrouve ses lettres de noblesse puisque 70% des accédants à la propriété se disent favorables à un plus grand emploi du bois dans la construction. L'évolution des techniques et les avantages par rapport aux autres matériaux le font parfois préférer lors d'un projet de construction. Du point de vue

esthétique, le bois est choisi pour sa chaleur mais également pour la valeur affective qu'il représente : son utilisation ancestrale et son origine vivante.

Les maisons à ossatures bois

Egalement appelées MOB, elles sont constituées de bois de structure, porteur, distinct des cloisons et des murs. Ces derniers peuvent être édifiés en briques, parpaings, Fibrociment etc. Ils peuvent également être en panneaux ou en lamelles de bois superposées et on parle alors de maison tout en bois. Les MOB sont très nombreuses aux Etats-Unis, en Angleterre ou en Scandinavie puisqu'elles représentent 90% des maisons individuelles. En France, cette proportion est d'environ 13% et est en augmentation malgré la régression du nombre de construction des logements. La MOB est donc promue à un bel avenir à condition que les prix soient compétitifs face aux autres matériaux. Toutefois, le surcoût initial peut être compensé à plus ou moins long terme par l'économie d'énergie engendrée du fait des propriétés isolantes du bois. La maison à ossature bois présente également l'avantage d'une mise en place rapide, entraînant la diminution des coûts de main d'oeuvre. En France, les maisons tout en bois se situent majoritairement en montagne. Depuis les années 1970, ce type de construction connaît un véritable essor avec les habitats de loisir. Elles sont édifiées principalement près des côtes et en montagne. L'idée reçue selon laquelle le bois est un matériau hautement inflammable est fausse en ce qui concerne le bois de structure. Lors d'un incendie, il se dilate peu contrairement aux autres matériaux tels que l'acier ou le béton armé qui provoquent très rapidement l'effondrement des murs. De plus, la combustion des bois de gros volumes est lente, ce qui laisse une marge d'action suffisante pour l'évacuation des occupants.

Les charpentes

En France, sur les 8% du bois utilisé comme matériau dans la construction, 65% sont dévolus au secteur de la charpente et de la menuiserie, le reste se répartit dans les planches de coffrage, l'aménagement, la finition etc.

photo d'une charpente traditionnelle et d'une charpente moderne assemblée par des connecteurs métalliques

Autrefois, le bois utilisé pour les charpentes était principalement du chêne ou du châtaignier. Les troncs, souvent de fortes sections, étaient mis en place directement sur le chantier après avoir été sommairement retaillés, ou même parfois directement après avoir été écorcés. Les fermes*, réalisées plus ou moins empiriquement étaient assemblées par tenon* et mortaise* et fixées par des chevilles, des boulons ou des clous.

Aujourd'hui, les bois utilisés pour la charpente des maisons individuelles sont "profilés en scierie" et sont essentiellement constitués de résineux, qui ont le double avantage d'être bon marché et d'avoir de bonnes qualités mécaniques. Les bois sont de plus faible section qu'autrefois et reliés entre eux par des connecteurs métalliques. On appelle ces assemblages des fermettes qui, une fois mises en place, sont espacées tous les 60 cm. L'assemblage industriel et l'édification rapide sur le chantier permettent de réduire les prix de revient.

La réalisation de charpentes pour des locaux de grandes dimensions se heurte au problème de la longueur maximum des bois. Pour remédier à cela, on utilise la technique du lamellé-collé, qui permet d'obtenir des pièces de grandes longueurs par collage et aboutage de segments plus courts (cf. chapitre scierie).

On peut ainsi obtenir un écartement entre points d'appuis de 127 mètres sans poteaux intermédiaires. Les charpentes en lamellé-collé sont surtout utilisées pour la réalisation de salles

charpente en lamellé collé
FIG 19

de spectacles, de sports et de réunions, mais également pour certaines constructions de maisons individuelles. Les charpentes en bois lamellés-collés et industrielles constituent moins de 10% des ventes malgré leurs avantages.

Les revêtements extérieurs

Ils concernent la toiture et l'habillage des murs extérieurs.

La toiture bois la plus connue et la plus utilisée autrefois est celle utilisant les bardeaux, sortes de tuiles en bois clouées dans leur partie haute sur des tasseaux ou de la volige*. Pour éviter l'absorption de l'eau par le bois, les bardeaux sont obtenus par fendage et non par sciage, ce qui permet à l'eau de s'écouler en suivant les fibres du bois. Les bardeaux étaient également utilisés pour le revêtement des murs extérieurs au même titre que les lames de bois disposées horizontalement ou verticalement. Ces procédés sont toujours utilisés de nos jours mais ils sont améliorés par l'utilisation, entre autres, du lamellé-collé. Cette technique permet d'obtenir des lames plus larges et plus longues, ce qui diminue le nombre de joints, augmentant ainsi l'étanchéité.

La menuiserie dans la construction

Les portes, fenêtres et volets

Autrefois, les portes et fenêtres étaient exclusivement réalisées artisanalement. L'industrialisation réduit progressivement le rôle du menuisier à la pose d'un produit fini. Globalement, la demande de menuiserie bois diminue. Pour les fenêtres par exemple, elle est passée de 60% en 1983 à 35% en 1992. Le PVC et l'aluminium sont aujourd'hui des concurrents importants. Les nouveaux procédés de fabrication font que leurs propriétés isolantes sont très voisines. L'avantage de l'esthétique et de l'affectif revient au bois tandis que celui de l'absence d'entretien revient au PVC et à l'aluminium. La durabilité est quasiment identique à condition que le bois soit entretenu ou ait fait l'objet d'un traitement préalable par imprégnation. L'utilisation des bois tropicaux tels que le sapelli, le méranti ou le sipo est de plus en plus répandue en menuiserie car ils sont moins chers et parfois plus durables que les essences locales. Les fabricants proposent depuis peu des fenêtres mixtes : à l'extérieur, une face aluminium et plastique et à l'intérieur, une face décorative en bois mais le coût est encore plus important qu'une fenêtre en PVC.

Les escaliers

L'escalier en bois, comparé à ceux réalisés en métal ou en béton, se prête facilement à des effets architecturaux et décoratifs variés. Des escaliers traditionnels en colimaçon, à limon* carré ou rectangulaires, les formes tendent aujourd'hui vers des escaliers droits à deux ou quatre volées* ou hélicoïdaux. Les marches peuvent être en bois massif, plaquées ou en lamellé-collé. Les contremarches sont en général en bois massif, en contre-plaqué voire même en panneau de particules ou autres.

L'aménagement intérieur

Les planchers

On appelle à la fois plancher :

- l'ensemble des poutres qui servent de support au rez-de-chaussée ou de séparation entre deux étages,

- le sol d'une pièce constitué d'un assemblage de planches de bois assez rudimentaires, qui n'ont pas de rôle esthétique, à la différence du parquet.

Autrefois majoritaire pour cet usage, le chêne est aujourd'hui remplacé par des résineux, moins onéreux.

Les parquets

En France, ils ne représentent que 4% des revêtements de sols posés chaque année, soit trois fois moins qu'en Allemagne. Les deux tiers des parquets sont composés de bois massif de 23 mm d'épaisseur. Le tiers restant se répartit en parquets mosaïques (bois massif de 12 mm d'épaisseur) et en une nouvelle génération de lames mixtes de 15 à 22 mm. Ce nouveau procédé associe une lame mince de bois de belle qualité collée sur une lame en panneau de particule ou de bois de qualité moindre. Les parquets d'aujourd'hui offrent une grande variété de couleurs, de dispositions des lames et de types de bois. Mise au point récemment, l'imprégnation de résine améliore la résistance aux impacts et à l'usure, particulièrement recherchée pour les revêtements des salles de sports.

LE BOIS : DEFI TECHNOLOGIQUE

Fort des nouvelles technologies, le bois, grâce à ses multiples qualités, offre toute latitude pour la conception d'ouvrages aussi impressionnants par leur réalisation que par leurs qualités. En voici 3 exemples :

Des pylônes électriques

Afin de mieux intégrer les pylônes électriques à haute tension dans le paysage, une entreprise française a mis au point une technique permettant de les réaliser en bois. L'essence utilisée est du pin sylvestre, structuré selon la technique du lamellé-collé. La hauteur du pylône est de 31 mètres et l'empattement au sol est de 3 mètres. Huit longueurs de lamellé-collé, reliés entre elles par des éléments métalliques, forment l'axe principal. Cet assemblage a été prévu pour résister à des vents normaux de 110 Km/h jusqu'à des pointes de 198 Km/h. Au niveau des charges, tout a été conçu pour supporter les 520 Kg de chacun des câbles mais également les surcharges dues au vent ou au givre par exemple. Dans l'immédiat, 9 pylônes de ce type ont été installés dans trois sites différents afin d'évaluer l'impact auprès du grand public.

Photo du Pylône
bois visible dans le
CTBA Info N°54 p5
FIG 20

Un coaster tout en bois

Un coaster est un manège, plus connu sous le nom de "montagne Russe". Il a été réalisé en 1989 pour un grand parc d'attraction. C'est le pin sylvestre qui a été choisi pour ses qualités mécaniques et son aptitude au traitement. La longueur du parcours est de 1200 mètres, parcourus en 2 minutes à 65 km/h avec des pointes à 110 km/h !

Mille deux cent cinquante mètres cubes de bois, répartis en 35 000 pièces, ont été assemblés par 80 000 boulons ! Sa hauteur maximum est de 32 mètres.

Photo de la structure
issue du CTBA info de Mai
1989 p54 ou encore du
Séquence Bois N°10 mars
1996 p7
FIG 21

Le comptoir forestier de la région Wallonne

Ce bâtiment, destiné à abriter l'ensemble des graines sylvicoles provenant des forêts domaniales de la région, a été réalisé en épicéa. De forme ovoïde, il mesure 43 m de long, 27 m de large et 12,5 m de haut. La charpente est constituée d'arcs encastrés dans un radier en béton armé. Chaque arc est formé de deux couches (supérieure et inférieure), composées d'éléments en bois standardisés plus ou moins courts selon leur emplacement au sein de la structure. Le tout est revêtu de "tuiles" en verre pyrolysé, évitant ainsi la surchauffe des pièces de la charpente.

Photo du comptoir forestier du "Séquence bois" (publié par le CNDB) N°10 p14.

FIG 22

PRODUCTION DE BOIS ET ENVIRONNEMENT

LE BOIS : RESSOURCE IMPORTANTE POUR L'ECONOMIE MONDIALE

Le commerce mondial du bois est partagé entre trois grands blocs : l'Europe occidentale, l'Amérique du Nord et les pays en bordure du Pacifique. A elle seule, l'Europe est responsable de la moitié des importations mondiales de produits forestiers. Quant au Canada, aux Etats-Unis et au Japon, ils importent 25% du volume restant (F.A.O. 1994). Contrairement à ce que l'on croit, les trois quarts des produits forestiers exportés dans le monde proviennent de pays industrialisés. Ainsi, le Canada et les Etats-Unis sont les principaux exportateurs de bois destiné à la construction, tandis que l'Europe est en tête des exportateurs d'articles à base de papier.

Depuis quelques années, des pays en cours d'industrialisation accroissent leur exportation de bois de façon importante : le Brésil, le Chili et les pays asiatiques. La tendance générale est à la vente des produits de plus en plus transformés c'est à dire à forte valeur ajoutée.

LA SITUATION DE L'INDUSTRIE DU BOIS EN FRANCE

La France, bien que possédant la plus importante superficie forestière d'Europe (1/4 des massifs boisés) et la plus forte production de bois, arrive au second rang derrière l'Allemagne pour le volume de produits forestiers transformés par l'industrie. Malgré son importance relative, le secteur industriel de la forêt traduit donc un certain nombre d'insuffisances. La France est le premier fournisseur européen de feuillus de qualité. Les exportations de grumes et de sciages feuillus se font principalement vers l'Italie et l'Allemagne et reviennent en France sous forme de meubles et autres produits transformés. Ainsi le déficit du commerce extérieur qui affecte la filière bois est principalement constitué de produits dérivés du bois.

L'industrie forestière française en chiffres

Les activités de l'industrie forestière sont très variées, elles comprennent le reboisement, la sylviculture, l'exploitation forestière et les première et seconde transformations du bois. La valeur des produits forestiers issus des entreprises est comparable à celle de l'automobile et du textile soit 6% du chiffre d'affaire de l'industrie française. Il y a en France :

- 90 000 entreprises dont les deux tiers oeuvrent dans la construction,
- plus d'un demi million d'emplois dont 85% dans la transformation du bois

L'industrie forestière occupe donc une place importante dans l'économie française particulièrement pour les grandes régions productrices comme l'Aquitaine, la région Rhône-Alpes et la Lorraine. Elle est vitale pour un grand

nombre de régions rurales où elle représente souvent l'une des principales ressources économiques.

Un des problèmes auxquels se heurtent à la fois les producteurs et l'industrie forestière est le prix du bois. En effet, depuis la fin des années 70 son prix est en constante dégradation. Si le prix des feuillus est revenu en 1990 à un niveau comparable à celui de 1970, le prix des résineux continue de baisser.

Cette dépression du prix des bois est à l'origine d'une situation paradoxale. Ainsi, après deux années particulièrement difficiles en 1991 et 1992, le prix du papier a connu des sommets inégalés en 1994 et 1995. Les industries françaises n'ont cependant pas pu produire à plein régime par manque de bois! En effet, découragés par le faible prix obtenu les années précédentes, les producteurs de bois ont effectué peu de coupes ; le redressement du marché ayant été très rapide, ils n'ont pas eu le temps de réagir. Pour fonctionner, les industries ont donc été contraintes d'acheter du bois hors des frontières.

Une forêt sous-exploitée

Si on considère la production biologique, la forêt française est sous exploitée. La récolte de bois est largement inférieure à la production naturelle et en 10 ans, le volume de bois sur pied s'est accru de 20%. En d'autres termes, la forêt vieillit, d'un point de vue économique, on dit qu'il y a accroissement du capital sur pied. Les gestionnaires forestiers pourraient donc récolter plus sans nuire à la capacité de régénération biologique mais le manque de débouchés industriels et le faible prix des bois n'encouragent pas une intensification de l'exploitation.

LE DEFI DES ANNEES 90 : PRODUIRE DU BOIS TOUT EN RESPECTANT L'INTEGRITE DES FORETS

L'avenir des forêts figure depuis déjà plusieurs années comme étant l'une des principales préoccupations de l'opinion publique des pays industrialisés. Au départ, le débat concernait surtout les forêts tropicales et équatoriales, mais aujourd'hui il s'est élargi à l'ensemble des forêts de la planète. Parmi les problèmes pointés du doigt, on trouve la dégradation de la diversité biologique, le déboisement et le respect des droits des populations indigènes.

En 1992 à Rio, la Conférence des Nations Unies pour l'environnement et le développement (Sommet de la Terre) a démontré la nécessité de mettre rapidement en oeuvre une stratégie internationale pour gérer les écosystèmes forestiers de façon durable. Le concept de développement durable a été défini en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement comme étant "un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre au leur". Cent vingt pays ont convenu que les ressources forestières devaient être entretenues selon ce concept c'est à dire de façon à répondre aux besoins sociaux, économiques, écologiques, culturels et spirituels des générations présentes et futures.

Depuis, diverses initiatives ont été prises tant par les gouvernements que par les Organismes non gouvernementaux (ONG). Les gouvernements ont entrepris la mise au point d'indicateurs d'aménagement durable des forêts. Les

ONG environnementales ont pris l'initiative d'élaborer des systèmes de certification des pratiques forestières.

Les indicateurs : des outils pour aider à mieux gérer les forêts

Les indicateurs peuvent être comparés aux voyants d'un tableau de bord. Lorsqu'ils seront opérationnels, ils permettront d'évaluer l'état d'un écosystème forestier à un instant donné mais aussi son évolution dans le temps. Ainsi, les responsables de la gestion forestière seront en mesure de rectifier leurs actions afin de répondre aux objectifs d'aménagement durable. Le choix de ces indicateurs est complexe. Il implique une harmonisation au niveau international afin que les mesures effectuées soient comparables. Pour l'instant des indicateurs communs aux forêts tempérées et boréales ont été sélectionnés, mais il faudra attendre encore quelque temps avant qu'ils soient effectifs.

Les indicateurs d'aménagement durable

Un indicateur doit permettre de mesurer de façon précise et pratique différents paramètres de l'écosystème forestier comme :

- la biodiversité,
- la vitalité et la santé de l'écosystème,
- l'état des cours d'eau et les des sols,
- la contribution aux cycles planétaire du carbone,
- les retombées socio-économiques locales.

L'écocertification de la forêt et du bois

L'écocertification est une stratégie privilégiée par les ONG environnementales pour trouver une solution à la disparition des forêts.

Ce concept est principalement commandé par les consommateurs sensibilisés aux problèmes forestiers et qui désirent s'approvisionner en bois provenant de forêts aménagées de façon durable. Il se caractérise par un certificat ou un éco-étiquetage garantissant à l'acheteur l'origine du produit forestier. Deux niveaux d'écocertification existent. L'un certifie que l'aménagement de la forêt est conforme à des normes prédéfinies d'aménagement durable. C'est une certification de l'association internationale de normalisation (ISO). Le deuxième niveau, en plus de certifier l'aménagement forestier, effectue un suivi allant de l'arbre jusqu'au produit fini. Cette procédure, lourde et coûteuse à mettre en place, permet d'apposer sur le produit forestier un éco-logo.

Concrètement, le forestier qui désire faire certifier une forêt doit d'une part appliquer une méthode reconnue d'aménagement durable et ensuite faire vérifier les résultats par un organisme habilité. En 1995, il n'existait qu'un seul organisme crédible ayant mis au point des normes d'aménagement durable et un processus de certification. Il s'agit du FSC (Forest Stewardship Council), que l'on peut traduire par conseil de bonne gestion forestière. Cette ONG est soutenue par le Fonds mondial pour la nature (WWF) et d'autres groupes

environnementaux internationaux. Il y a aujourd'hui une dizaine de forêts certifiées selon les normes FSC dans le monde. Cet organisme est actif dans une dizaine de pays dont la Grande Bretagne, la Belgique les pays scandinaves, le Canada et les Etats-Unis. En France le principe d'une certification forestière est controversé car il est perçu comme une contrainte et une ingérence dans l'aménagement des forêts privées.

Alors que le principe d'une certification visait en premier lieu les forêts tropicales menacées de disparition, son application y est aujourd'hui controversée. En effet, le commerce international du bois visé par la certification n'est qu'en partie responsable de la déforestation. En revanche, la consommation locale de bois en forte croissance dans les pays en voie de développement risque de totalement échapper à ce processus difficile et coûteux à mettre en place. De plus, les gouvernements n'étant pas directement impliqués dans les processus de certification, il est possible qu'ils se déresponsabilisent face à la gestion durable de leurs ressources forestières.

Pro Sylva : une sylviculture alternative

Depuis 1989, il existe en Europe une union de forestiers faisant la promotion d'une sylviculture proche de la nature : Pro sylva. La philosophie de cette association repose sur quatre grandes fonctions de la forêt :

- la fonction écologique,
- la fonction de protection,
- la fonction de production (économique),
- la fonction culturelle.

Pour que la forêt soit protégée, il faut qu'elle soit utile à la société. La fonction de production est essentielle car elle procure une source de revenus indispensable pour permettre d'aménager l'écosystème forestier.

La sylviculture Prosylva ne favorise pas les interventions pouvant modifier de façon trop importante l'écosystème forestier. Ainsi, les coupes rases sont exclues car trop perturbatrices et les reboisements doivent être fait à l'aide d'essences locales.

DOCUMENTATION

Office national des forêts, Véronique Joucla, James Gourier, *Les hommes et la nature*

Promenons nous en forêt

Les plus belles forêts de France, Isabelle Gasperi

Martin G., *Le papier*, Que sais-je ?, déc 1990.

Le mobilier français "le meuble d'ébénisterie", sept 1993

Antiquités et objets d'art, 1991

Les instruments de musique du monde, Albin Michel 1976

Les guides du bois "*les bois et leurs usages*", la maison rustique, 1996

guide du bois, de la menuiserie et de l'ébénisterie, la maison rustique, 1991

Maisons rustiques, 1994, Gründ

Sculpture sur bois : manuel complet, Dessain et Tolra, sept 1996

Les bois des pays de France, Jean-Yves Chauvet, Ed Eyrolles, sept 1996.

Arts et techniques, *menuiserie et ébénisterie*, Massin éditeur, 1995