

PRÉFACE

Les éco-certifications forestières sont aujourd'hui reconnues par de nombreuses parties prenantes comme un outil de développement économique, social et culturel, de préservation de la biodiversité et de lutte contre la déforestation. Plusieurs dispositions réglementaires ont été mises en place ces dernières années pour soutenir cette démarche : politiques nationales de développement durable, politiques d'achats publics, Règlement Bois de l'Union Européenne (RBUE*), etc. Malgré cela, la reconnaissance des produits bois africains certifiés, en tant que matériaux performants et responsables, demeure encore trop discrète, et les consommateurs, insuffisamment informés, restent souvent dubitatifs ou se sentent peu concernés.

Pour cette raison, plusieurs acteurs de la filière, représentés par l'Association Technique Internationale des Bois Tropicaux (ATIBT), ont entrepris une action marketing en faveur des bois tropicaux africains certifiés, afin de mieux les faire connaître et reconnaître par le public. Le « Guide d'utilisation des bois africains éco-certifiés » qui est présenté ici s'inscrit dans cette démarche de sensibilisation du consommateur européen. Il a bénéficié de l'appui financier du Programme de Promotion de l'Exploitation Certifiée des Forêts (PPECF) et de l'Agence Française de Développement (AFD), qu'il convient de remercier chaleureusement.



Le tome 1 de ce guide d'utilisation des bois africains éco-certifiés s'adresse aux utilisateurs des bois africains en Europe, mais aussi à tous les fournisseurs, distributeurs, concepteurs, prescripteurs publics et enseignants dont l'activité est liée à la filière bois. (Le tome 2 sera envisagé pour les consommateurs africains.) Ce guide est un outil promotionnel des essences africaines certifiées en Europe, dont les utilisations complètent celles des bois tempérés. Son objectif est d'apporter, dans une première partie, des informations techniques sur les différents aspects du matériau bois tropical, en mettant en avant les avantages que celui-ci présente lorsqu'il est utilisé dans des ouvrages. Dans une seconde partie, il présente un panel d'ouvrages pour lesquels le bois tropical a sans conteste fait ses preuves et il propose une liste d'essences permettant leur réalisation. Pour obtenir le meilleur résultat possible, l'utilisation et la mise en œuvre des bois doivent se faire dans le respect des règles de l'art de chaque ouvrage, dont dépend étroitement la performance du bois. L'aspect qualitatif du bois est également un point à respecter pour la réussite des projets.

Les auteurs :

Patrick MARTIN, ingénieur bois de l'ENSTIB*, docteur en sciences du bois de l'ENGREF*, directeur technique de l'ATIBT*.

Michel VERNAY, ingénieur bois au CTFT* puis au Cirad*.

Tous deux sont des experts de référence au service de la filière pour la valorisation des bois dans la construction.

Il convient de remercier toutes les personnes et les entreprises ayant fourni les photos de ce guide, en particulier **Daniel GUIBAL**, du Cirad*, pour les illustrations des essences, et les personnes qui ont enrichi ce guide par leur relecture, notamment **Christine LE PAIRE**, responsable de communication de l'ATIBT*.

Les mots marqués d'un astérisque (*) sont définis dans le glossaire à la fin de cet ouvrage.

TABLE DES MATIÈRES

Préface	2	2.4. Fermeture et volet	48
Contexte et enjeux	4	3. Menuiserie et aménagement intérieurs	49
PARTIE 1 : Le bois et ses caractéristiques ...	6	3.1. Parquet	49
1. Le bois, un matériau écologique par nature	6	3.2. Escalier intérieur	50
2. Les noms des bois	8	3.3. Porte et huisserie	51
3. Les propriétés et les conditions d'utilisation	10	3.4. Moulure	52
3.1. Résistance mécanique	10	3.5. Lambris et habillage intérieurs	53
3.2. Dureté	10	3.6. Agencement et ameublement	54
3.3. Résilience	11	3.7. Mobilier et ébénisterie	55
3.4. Esthétique	11	4. Aménagement extérieur - Loisir	56
3.5. Durabilité	13	4.1. Escalier extérieur et garde-corps	56
3.6. Traitement des bois	16	4.2. Terrasse de plain-pied et plage de piscine	57
3.7. Humidité du bois	20	4.3. Terrasse en élévation, balcon et coursive	58
3.8. Variations dimensionnelles et déformations	22	4.4. Abri, mobilier à usage extérieur et aire de jeux	59
3.9. Séchage	24	4.5. Portail	60
3.10. Collage	26	4.6. Panneau brise-vue et brise-vent, pergola	61
4. Les produits bois d'Afrique centrale ..	27	5. Utilisation industrielle et travaux lourds	62
4.1. Les forêts du bassin du Congo	27	5.1. Travaux hydrauliques en milieu marin immergé	62
4.2. Production	28	5.2. Ouvrage et pont au contact du sol ou de l'eau douce	64
4.3. Niveaux de transformation	29	5.3. Ecran acoustique en milieu urbain sur voie ferrée et axe routier	65
4.4. Sciages	30	5.4. Traverse et bois de calage	66
4.5. Placages	31	5.5. Plancher industriel et charpente lourde	67
4.6. Marquage CE	32	5.6. Fond de véhicule, wagon et conteneur	68
5. Focus sur les certifications et la légalité en Afrique	33	6. Construction navale	69
5.1. Les certifications des bois soutiennent la gestion responsable des forêts en Afrique	33	6.1. Bordé et pont de bateau	69
5.2. La légalité et la traçabilité des bois en Afrique	36	6.2. Aménagement bateau et yachting	70
PARTIE 2 : Le bon emploi des bois africains éco-certifiés	37	6.3. Pontons de plaisance	71
1. Structure et panneaux	38	7. Utilisations diverses	72
1.1. Structure légère	38	7.1. Tonnellerie et cuverie	72
1.2. Lamellé-collé	40	7.2. Tournerie, coutellerie et broserie	73
1.3. Carrelet multi-plis	41	7.3. Manche d'outil	74
1.4. Contreplaqué, face et contre-face	42	7.4. Instrument de musique	75
1.5. Contreplaqué, plis intérieurs	43	7.5. Sculpture	76
1.6. Placage tranché	44	7.6. Emballage et caisserie	77
2. Menuiserie extérieure (façade de bâtiment)	45	Glossaire	82
2.1. Bardage et revêtement extérieur	45	Référence photographique	84
2.2. Porte et fenêtre	46	Annexes	86
2.3. Claustra et brise-soleil	47		

CONTEXTE ET ENJEUX

LA FORÊT TROPICALE : UNE VALEUR IRREMPLAÇABLE



▲ Photo 1 : Forêt sempervirente © JL. Doucet, NATURE +

L'expansion démographique mondiale vertigineuse s'accompagne d'une quête de ressources de plus en plus préoccupante pour la forêt. Les arbres et leur bois constituent une source de profit, mais une fois déforestée, la surface de terre qu'ils occupent représente également un potentiel agricole rentable qui suscite des convoitises. A partir des années 1970, certains organismes environnementaux, conscients de cette menace, ont attiré l'attention des citoyens, des gouvernements et des entreprises sur la valeur irremplaçable des forêts tropicales. Cette sensibilisation à la cause de la forêt tropicale était absolument nécessaire et indispensable.

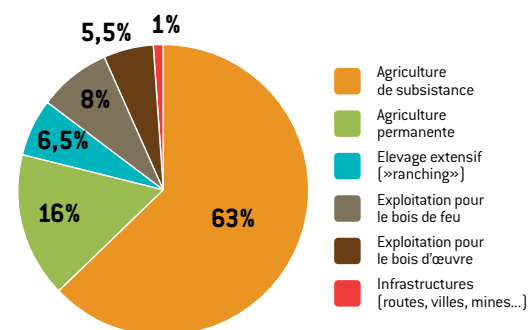
VALORISER LE BOIS POUR PRÉSERVER LA FORÊT TROPICALE

Malheureusement, cette médiatisation s'est faite sans discernement et souvent au détriment de sociétés forestières dont la production est légale, durable et certifiée. Or cet amalgame a eu pour effet de dévaloriser le bois tropical et a occulté les véritables risques qui pèsent sur la forêt. En effet, si les populations locales n'arrivent pas à tirer de revenus suffisants de l'exploitation forestière, elles vont devoir nécessairement chercher

d'autres sources de revenus. Dans ce cas, seul le développement de l'élevage, de cultures de rente (café, cacao, élevage...) ou de cultures vivrières sur brûlis* (manioc, bananes, arachides...), leur permettra de subvenir à leurs besoins. Certains Etats encouragent d'ailleurs les populations et les entreprises dans cette conversion, pour répondre aux besoins de subsistance des populations ou en vue d'un choix de développement économique (ex : culture de palmiers à huile en Malaisie, prairies pour l'élevage ou culture de canne à sucre au Brésil...). Il faut absolument enrayer ce phénomène, ou irrémédiablement, la forêt tropicale sera convertie en terres agricoles et en terres d'élevage.

La sauvegarde des forêts tropicales nécessite donc une valorisation rationnelle de son principal produit : le bois. Ce matériau remarquable, régulièrement renouvelé par la forêt, est prédestiné à une valorisation durable.

Selon la FAO (2002), voici les facteurs de déforestation et de dégradation des forêts à l'échelle planétaire :



▲ [Source : FAO, 2002]

UN PRÉLÈVEMENT MODÉRÉ COMPARABLE À UNE « CUEILLETTE ».

Ce schéma montre bien que l'on ne peut pas imputer le phénomène de déforestation à l'exploitation forestière. Les arbres qui ont une véritable valeur, au sens commercial, sont en réalité très disséminés dans la forêt et ne représentent qu'une centaine d'espèces sur les 50 000 dont regorgent les forêts tropicales. De plus, cette valeur dépend de leur diamètre, de leur confor-

mation* et de leur accessibilité. Par conséquent, les forêts tropicales ne se prêtent absolument pas à l'exploitation du bois à grande échelle par coupe rase (pratiquée par exemple en Amérique du nord où le nombre total d'essences se limite à une dizaine), mais bien à un prélèvement modéré comparable à une « cueillette ».

GESTION DURABLE ET CERTIFICATION : L'AVENIR DES FORÊTS

Les entreprises forestières consciencieuses à la production légale et durable ont voulu se détacher de l'image irresponsable que les médias leur prêtent. Dans cet objectif, elles se sont pleinement engagées, il y a plus de trente ans, dans une démarche RSE* qui intègre à la fois les critères environnementaux majeurs et le respect des populations locales et des communautés vivant dans ces forêts. Plusieurs d'entre elles ont choisi d'entrer dans un système de certification : FSC* ou PEFC*, en faisant auditer leurs activités par des tiers. Cette démarche inclut des outils de traçabilité performants qui permettent de contrôler le bois, y compris par le client final, à n'importe quel moment de sa transformation, de son transport ou de son utilisation. Le propos n'est pas ici de présenter tous les principes de la certification forestière, mais en voici trois exemples importants :

- **Plan d'aménagement et prélèvement raisonné des arbres** : lorsqu'elle est mise en place, la concession forestière est divisée en un trentaine de parcelles selon un plan d'aménagement. Chaque année, la société n'intervient que sur une seule parcelle pour extraire au plus deux arbres par hectare (ce qui correspondrait à un arbre par terrain de football). Le prochain passage dans une même parcelle n'aura lieu que 30 ans plus tard, selon un système de rotation annuelle entre les parcelles. Durant cette période, la forêt est en repos, afin qu'elle se régénère naturellement ;
- **Protection de la faune** : les sociétés forestières ont mis en place des gardes-forestiers et des gardes-chasse, qui protègent les animaux du braconnage. C'est ainsi que l'on trouve souvent plus d'éléphants et de gorilles dans les concessions qu'il n'y en a dans les réserves « protégées » ;
- **Développement socio-économique à l'échelle locale** : les entreprises forestières cer-

tifiées génèrent des emplois locaux directs et indirects en Afrique centrale, et elles construisent à proximité du lieu de travail de nombreuses infrastructures telles que des puits, des routes, des logements, des écoles, des dispensaires, etc.

Les apports de cette démarche sont donc bien réels et aujourd'hui, près de 5,5 millions d'hectares sont certifiés dans le bassin du Congo. Malheureusement, les actions concrètes sur le terrain sont encore mal connues du public. Les acteurs de la filière se mobilisent aujourd'hui pour faire connaître leurs actions en faveur de la forêt tropicale (notamment dans le bassin du Congo). Ils prévoient de communiquer régulièrement auprès des médias et du grand public, afin de restituer la vérité et de lutter contre les idées reçues médiatisées. Il est fondamental de montrer que les entreprises forestières engagées dans une gestion durable respectent les normes environnementales les plus draconiennes et dépensent des sommes importantes pour le faire contrôler par des organismes indépendants. Les entreprises certifiées ont la ferme intention de devenir La référence des forêts tropicales en matière de Responsabilité Sociale, Environnementale et Economique.

Les autorités européennes ont également pris conscience des enjeux, et ont beaucoup contribué à cette évolution au cours des dernières années, avec la mise en place des législations FLEGT* et RBUE*. Ainsi l'importation de bois illégaux est devenue totalement marginale en Europe. D'autres grands pays comme les Etats-Unis, le Japon ou encore l'Australie ont également mis en place des outils règlementaires pour parvenir à cet objectif.

Ainsi, ce guide d'utilisation des bois africains éco-certifiés démontre qu'en choisissant le bois certifié correctement adapté à l'usage envisagé, le consommateur contribue à préserver un système d'exploitation durable et économiquement viable, tout en limitant le gaspillage des produits et en leur assurant une bonne durée de vie dans l'emploi qui en est fait. L'utilisateur est non seulement satisfait d'un matériau exceptionnel, mais il contribue aussi à la sauvegarde d'un écosystème protégé comprenant sa faune, sa flore, ses populations et ses cultures.

PARTIE 1

LE BOIS ET SES CARACTÉRISTIQUES

1. LE BOIS, UN MATÉRIAU ÉCOLOGIQUE PAR NATURE

LE CYCLE DU CARBONE

Le carbone est un élément essentiel présent dans toutes les formes de vie sur la planète. C'est en fait le maillon principal qui constitue la structure de toutes les molécules organiques. Toute forme de vie étant par définition mortelle, le carbone « voyage » sous différentes formes. L'ensemble des échanges entre ces différentes formes est appelé « cycle du carbone ».

Remarque : Gt est l'abréviation de Gigatonne. 1 Gt correspond à un milliard de tonnes.

Les émissions et absorptions de carbone indiquées sur ce schéma représentent des bilans d'échanges. Par exemple, chaque année la végétation capte par photosynthèse environ 60 Gt de carbone, alors que sa dégradation (respiration, arbres morts, incendies, déforestation...) libère 1,6 Gt de carbone de plus dans l'atmosphère.

Dans l'atmosphère, le carbone se présente essentiellement sous forme de dioxyde de carbone : CO₂. La quantité de ce gaz se mesure dans l'air en ppmv (partie par million en volume).

Remarque : 1 ppmv correspond à 1 cm³ de CO₂ contenu dans 1 m³ d'air.

POLLUTION ET EFFET DE SERRE

A travers ses différentes activités, l'Homme modifie l'équilibre que la nature a mis en place depuis bien longtemps. C'est ainsi que le taux de CO₂ dans l'atmosphère qui était de 270 ppmv avant 1800, est passé à 300 ppmv en 1900 et a atteint de 400 ppmv en avril 2014. Ce taux augmente d'environ de 7 ppmv par an.

La déforestation et l'extraction des composés carbonés fossiles (que sont le charbon, la houille, le pétrole, les gaz...) sont les deux causes responsables de ce phénomène.

Le dioxyde de carbone joue deux rôles néfastes sur la planète s'il est présent en trop grande quantité :

- il est toxique pour le règne animal
- il participe au changement climatique par effet de serre

Des effets néfastes sur la santé se font ressentir à partir d'un taux de 1500 ppmv de CO₂ dans l'air, avec l'apparition de maux de tête et de vertiges. Des précautions sont prises dans les villes au niveau de la circulation pour réduire les rejets de CO₂ qui nuisent à la santé de la population. Parallèlement à l'effet nocif sur le monde animal, le dioxyde de carbone contenu dans l'atmosphère contribue à retenir une partie de l'énergie solaire, provoquant un réchauffement de la planète selon le principe d'effet de serre.

Bien que le réchauffement de la planète soit quelques degrés selon le spécialiste consulté, on assiste à des changements climatiques plus marqués dans certaines régions (hivers plus doux, tempêtes, inondations plus fréquentes...). Ce phénomène est scientifiquement reconnu depuis 1992 lors de la conférence de Rio.

L'ARBRE CONSOMMATEUR DE CO₂

La production du bois dans l'arbre résulte de la photosynthèse. Le CO₂ de l'air est indispensable au développement des végétaux. Ce processus permet de synthétiser de la matière organique, principalement des glucides, depuis le dioxyde de carbone capté dans l'air en utilisant la lumière du soleil et l'eau puisée dans le sol. S'en suit une série de transformations moléculaires pour aboutir à la transformation des glucides en cellulose, composant essentiel du bois. Le bilan global simplifié de cette synthèse est que les arbres consomment de l'eau, du dioxyde de carbone et des minéraux pour produire du bois tout en rejetant de l'oxygène.

LE BOIS, STOCK DE CARBONE

Le bois est constitué à 50% de carbone en masse. Le bilan de formation du bois peut se résumer d'une manière très simplifiée par :
Dioxyde de carbone + Eau → Bois + Oxygène.
Afin de remettre les choses en perspective et de comprendre les conséquences de cette consommation de CO₂ sur l'atmosphère, voici

deux illustrations :

- Pour produire un kilogramme de bois, un arbre doit consommer l'intégralité du CO₂ contenu dans 2 600 m³ d'air. (2 600 m³ correspond au volume moyen occupé par un immeuble abritant 40 personnes).
- Lorsque la forêt produit 1 m³ de bois, elle purifie l'équivalent du volume d'air pollué par un avion transportant 600 personnes sur une distance de 2 500 km.

N.B. Si un arbre n'est pas exploité, il finira par mourir et tombera. Son bois laissé en forêt sera dégradé par des organismes biologiques et le CO₂ capté tout au long de la vie de l'arbre retournera dans l'atmosphère. Ainsi, une forêt laissée à l'état naturel ne stocke plus de carbone lorsqu'elle est mature.

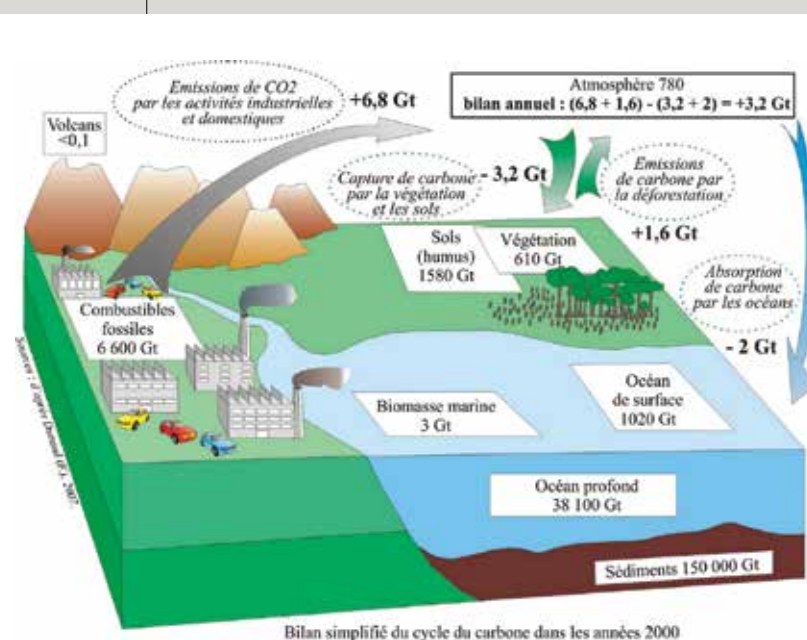
Remarque : la végétation représente un stock renouvelé de carbone (610 Gt), tout comme l'ensemble des constructions et objets en bois. Tant que le carbone est stocké dans le bois, il n'est pas présent sous forme de CO₂ dans l'atmosphère.

Ce phénomène est souvent méconnu du public : il est indispensable d'exploiter le bois d'une forêt si l'on souhaite entretenir les effets bénéfiques qu'elle produit sur l'atmosphère. Ces effets sont d'autant plus importants si le bois se substitue aux produits dérivés du pétrole, en tant que matériau ou combustible, et même aux métaux ou aux produits minéraux.

Une transformation à faible consommation d'énergie

En plus de la captation de CO₂ la transformation du bois est écologique et économique. Ce matériau nécessite une faible quantité d'énergie pour sa production, mais aussi pour son transport, sa mise en œuvre et son recyclage. À titre de comparaison, il est dix fois moins énergivore que l'acier.

Son utilisation permet donc de réduire la consommation d'énergie globale atténuant de ce fait la pollution de l'air produite par l'énergie fossile. En prenant en considération le CO₂ capté dans l'atmosphère lors de sa création, le bois est même le seul matériau pour lequel la fabrication et la mise en œuvre révèle un bilan de production de CO₂ négatif dans l'atmosphère.



▲ Photo 2 : Cycle du carbone © F. Durand

Chaque arbre porte un nom latin attribué par les botanistes sur la base de critères relatifs aux feuilles, aux fleurs ou aux fruits de l'arbre, mais absolument pas aux caractéristiques du bois que l'arbre produit. Les différences et les similitudes entre ces critères ont permis d'établir des arborescences hiérarchisées appelées classifications.

N.B. : Le nom d'un arbre se définit par son genre, son espèce et le nom du botaniste l'ayant décrit. Exemple : *Entandrophragma cylindricum*, Sprague, pour le Sapelli.

Schématiquement, les arbres sont divisés en deux grands catégories : les Gymnospermes, dits aussi Conifères, qui produisent le bois appelé « Résineux », et les Angiospermes. Ces derniers sont divisés en deux sous-catégories : la première englobe les Monocotylédones, dont les représentants les plus imposants sont les palmiers et les bambous, et la deuxième rassemble toutes les plantes dites Dicotylédones. Ce sont les arbres des Dicotylédones qui fournissent le bois dit « Feuillu », groupe dont fait partie la quasi-totalité des bois africains exportés.

Les arbres ayant quelques caractéristiques essentielles en commun dans l'organisation de leurs fleurs et de leurs fruits sont regroupés en familles. Dans une famille, les arbres ayant de nombreux critères en commun sont regroupés par genre. Et dans chaque genre, on distingue une ou plusieurs espèce(s). Par exemple, la famille des *Meliaceae* rassemble, entre autres, les genres *Khaya*, *Entandrophragma* et *Lovoa*. Dans le genre *Khaya*, commercialisé sous le nom d'acajou d'Afrique, on différencie les espèces *anthothenca* et *ivorensis*.

ATTENTION : Les caractéristiques d'un bois dépendent de la structure des cellules et de l'arrangement cellulaire. La plupart du temps, l'espèce

2. LES NOMS DES BOIS

botanique (l'arbre) permet de garantir les propriétés attendues à l'utilisateur.

Sur un plan pratique, l'utilisateur choisit un bois pour ses propriétés physiques, mécaniques ou esthétiques, qui doivent être les plus homogènes possibles. L'utilisation du nom botanique pourrait être une bonne solution pour un tel objectif, cependant il arrive par exemple qu'au sein d'une même espèce, le bois issu de l'arbre présente des caractéristiques variables selon les données environnementales de son lieu de croissance (nature du sol, ensoleillement, eau, sylviculture...). D'autre part, le nom botanique n'est pas toujours facile à retenir, et sur le terrain, le bûcheron ou la personne réalisant l'inventaire forestier peut difficilement identifier avec certitude l'espèce. D'autres critères, tels que la densité ou la couleur, peuvent alors être pris en compte pour réduire cette variabilité. Exemple : le Limba, également appelé Fraké, comporte deux catégories de bois différenciées par l'aspect : blanc ou bariolé. De la même manière, plusieurs espèces d'un même genre ou bien de genres différents peuvent produire du bois dont les caractéristiques sont très proches. Fonder son choix sur le seul critère du nom botanique n'est alors plus suffisant pour garantir l'homogénéité attendue.

Pour cette raison, les bois ont toujours été commercialisés avec leurs noms d'essences ou leur nom pilote, qui peuvent regrouper plusieurs genres et plusieurs espèces. Par exemple, l'essence commerciale Aniégré regroupe plu-

sieurs espèces de deux genres différents : *Pouteria* et *Chrysophyllum*. Les cas où un nom pilote regroupe toutes les espèces d'un même genre botanique au niveau d'un continent sont très rares. De la même manière, certaines espèces botaniques sont présentes sur plusieurs continents et portent un nom pilote différent ; par exemple le *Symphonia globulifera* se nomme Ossol en Afrique et Manil en Amérique du Sud.

ATTENTION : Pour indiquer la présence de plusieurs espèces regroupées sous un même nom de genre botanique, l'abréviation « spp. » (signifiant species pluralis) a été créée. Attention, « plusieurs » ne signifie pas « toutes », et certaines espèces non citées en exemple peuvent être très différentes de l'essence en question. Ceci est également valable pour les essences tempérées ; par exemple, le chêne d'Europe peut être désigné par *Quercus spp.* (*Quercus robur*, *Quercus pedunculata*...), ensemble dans lequel il ne serait pas acceptable d'inclure le chêne vert (*Quercus ilex*) ou le chêne liège (*Quercus suber*). Autre exemple, les essences Bubinga, Mutenyé et Ovéngkol sont toutes différentes et proviennent pourtant de plusieurs espèces du même genre botanique : *Guibourtia*.

UN NOM PILOTE POUR ÉVITER LES CONFUSIONS

Le nom d'une essence est relayé par les populations d'un pays, voire d'une région, sous la forme de noms usuels, dits noms « vernaculaires » ou aussi « commerciaux » sur le plan local. Il n'est pas rare qu'en fonction de la provenance du bois, un même nom vernaculaire corresponde à des essences différentes. On peut citer l'appellation « bois de fer », attribuée à des essences de différents continents, dont la densité et la dureté rappellent celle du fer (Azobé, Ebène, Gaïac, Agoho, Ipê, Wamara, Panacoco, Morado...). Ces différentes appellations constituent un risque de confu-

sion dans les échanges commerciaux. C'est à cet effet qu'en 1950, l'ATIBT a établi une nomenclature des bois tropicaux définissant chaque essence par un nom pilote unique reconnu internationalement pour l'ensemble des espèces botaniques qu'il regroupe.

Une mise à jour régulière de la Nomenclature est nécessaire pour introduire ou retirer certaines essences en fonction de leur fréquence sur le marché, mais aussi en raison de l'évolution de certains noms botaniques. Exemple : le genre *Monopetalanthus*, dont certaines espèces désignaient l'appellation commerciale Andoung, a été scindé en deux genres nouveaux : *Aphanocalyx* et *Bikinia*.

L'intérêt de cette nomenclature a d'ailleurs parfaitement été compris par le Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie français, qui reconnaît l'ATIBT*, dans une circulaire du 5 avril 2005, comme « gardien du temple » de la nomenclature des bois tropicaux.

Ce nom pilote est le résultat d'un choix édicté par des considérations pratiques consistant à retenir l'appellation usuelle sous laquelle le bois est le plus commercialisé, adoptée soit par le principal pays exportateur, soit par le principal pays importateur. La détermination du nom pilote d'une essence est cruciale, car sa commercialisation dépend très largement de l'adoption de ce nom par le monde du commerce. Sa protection permet de garantir la constance des propriétés de l'essence.

Une autre solution permettant de simplifier les appellations sans risque de confusion serait d'utiliser le code constitué de plusieurs lettres défini dans la norme européenne EN 13556. Comme la nomenclature ATIBT, cette immatriculation des essences définit les genres et les espèces concernés pour des propriétés attendues. Par exemple, l'Azobé (*Lophira spp.*, *L.alata*, *L.procera*) est identifié par LOAL. Malheureusement, encore trop peu d'essences d'origine africaine y figurent.



Photo 3 : Nomenclature © P. Martin, ATIBT

FAMILLE	MELIACEES					
GENRE	KHAYA	ENTANDROPHRAGMA				LOVOA
ESPECE	anthothenca ivorensis	candollei	cylindricum	utile	angolense congoense	trichilioïdes
NOM COMMERCIAL	ACAJOU D'AFRIQUE	KOSIPO	SAPELLI	SIPO	TIAMA	DIBETOU

3. LES PROPRIÉTÉS ET LES CONDITIONS D'UTILISATION

Les forêts tropicales abritent une incroyable biodiversité, issue d'un environnement aussi favorable à la mutation qu'à la sélection naturelle. De ce fait, on y trouve des arbres dont le bois possède des propriétés exceptionnellement variées qui répondent naturellement, sans modification ni traitement, à tous les critères d'utilisation recommandés pour des ouvrages réalisés en milieu tropical et, a fortiori, pour les ouvrages réalisés en Europe. C'est d'ailleurs grâce à leurs propriétés remarquables que les essences tropicales ont conquis les marchés européens. Les atouts de ces essences tropicales sont nombreux : résistance mécanique, durabilité*, esthétique, usabilité, stabilité, massivité de l'offre, etc. Ces essences conviennent à des utilisations très diverses et constituent un complément naturel aux essences tempérées. En faisant le choix d'un bois adapté à l'emploi qui en est fait, l'utilisateur restera confiant dans sa démarche pour ses futurs projets.

3.1. RÉSISTANCE MÉCANIQUE

La conception des structures en bois s'effectue en utilisant les codes de calcul et les propriétés mécaniques connues des bois. Le bois n'étant pas isotrope*, les paramètres qualifiant ce matériau sont très nombreux. Pour simplifier sa caractérisation en laboratoire, il est possible d'effectuer la mesure des trois principales propriétés (densité, résistance et module d'élasticité en flexion) pour obtenir son affectation à une classe mécanique. Dès lors que la classe mécanique est identifiée, les autres propriétés mécaniques (résistance en traction, compression, flexion..., modules d'élasticité) sont arbitrairement définies selon la norme EN 338. Les propriétés mécaniques d'un bois sont fortement dépendantes

de ses singularités*. Le classement visuel du bois scié permet de définir une qualité et de garantir des propriétés mécaniques associées, pour chaque essence. La norme EN 1912 recense plusieurs normes nationales en Europe qui décrivent les

différentes règles de classement visuel pour des usages structuraux.

ATTENTION : La classe mécanique est indispensable pour obtenir le marquage CE des bois de structure.

3.2. DURETÉ

La dureté du bois se mesure selon plusieurs indices : Monnin, Janka, Chalais-Meudon, Brinell... La dureté Monnin est la plus utilisée pour caractériser la dureté du bois. Elle est mesurée par la profondeur de l'empreinte laissée par une forme cylindrique sur laquelle est appliquée une force donnée (cylindre de diamètre 30 mm et de longueur supérieure à 20 mm, avec une force appliquée de 1960 Newton).

Le test du Janka mesure la force requise pour enfoncer une bille de métal dans le bois jusqu'à la moitié de son diamètre. La valeur indique la pression nécessaire pour faire pénétrer la bille ; plus cette valeur est élevée, plus le bois est dur. La dureté de flanc Chalais-Meudon exprime la résistance qu'offre un bois à la pénétration d'un corps dur. Le nombre sans unité de mesure qui la caractérise est égal à l'inverse de la flèche de pénétration de la génératrice d'un cylindre d'acier imprimé sous une charge de 1000 N par centimètre de largeur d'éprouvette.

La dureté Brinell est mesurée par la profondeur de l'empreinte laissée par une bille de 23 mm de diamètre, lestée pour une masse de 1 kg, lâchée d'une hauteur de 50 cm. Ce test permet de mesurer la dureté du bois et sa résistance au poinçonnement*. La dureté Brinell est exprimée en N/mm. Les duretés sont ordonnées en quatre classes : A (tendre), B (mi-dur), C (dur) et D (très dur).

Dans le cas spécifique des lames de parquet, à

chaque usage défini par l'intensité du passage et la nature de l'activité, correspond une dureté minimale requise. Ces classes d'usages sont identifiées par un nombre à deux chiffres, dont le premier correspond à la nature de l'activité : 2 (domestique), 3 (commercial) et 4 (industriel) ; et le second correspond à l'intensité du trafic : 1 (modéré), 2 (général), 3 (élevé) et 4 (très élevé). Exemple : une salle d'attente d'aéroport est classée 33 (usage commercial et trafic élevé), donc le parquet peut être réalisé :

- en Iroko, Makoré, Moabi, Movingui... avec une couche d'usure d'au moins 4,5 mm
- en Doussié, Wengé... avec une couche d'usure d'au moins 3,2 mm.

3.3. RÉSILIENCE

Le coefficient de résilience mesure la résistance du bois à la flexion par choc (Joule/cm²). Il est proportionnel au travail total de rupture. L'essai est effectué par un choc réalisé avec un pendule.

3.4. ESTHÉTIQUE

La beauté d'un bois relève d'une appréciation subjective. Les essences tropicales couvrent une large palette de couleurs, qui comprend des couleurs intenses (rouge, jaune ou noir) inconnues parmi les essences européennes. L'organisation des différents tissus qui composent ce matériau



▲ Photo 4 : Couleurs variées des bois d'Afrique © M. Vernay



▲ Photo 5 : Wengé © M. Vernay

ainsi que certaines singularités*, peuvent lui conférer des qualités esthétiques très recherchées, qui font la réputation de certains bois tropicaux dans des secteurs comme l'ameublement, la menuiserie, l'ébénisterie et la décoration.

Pour la majorité des espèces d'arbres, ce sont les molécules chimiques naturellement synthétisées durant la croissance des arbres qui confèrent au bois sa couleur. L'aubier*, partie du bois dans lequel ces molécules ne sont pas encore stockées, est donc souvent différencié du duramen* du point de vue de la couleur. Remarque : l'absence de ces molécules fait que la durabilité* de l'aubier* face aux agents de dégradation biologique est toujours faible.

Lorsque ces molécules sont uniformément réparties dans l'ensemble des cellules du bois, la couleur est relativement homogène. Cependant, chez certaines essences, les cellules peuvent être spécifiquement colorées selon leur fonction. Le Wengé en est une bonne illustration : il comporte une alternance de bandes claires de parenchymes et de bandes sombres de fibres.

Chez d'autres essences, des irrégularités de couleur peuvent apparaître sur de plus grandes zones. Lorsqu'elles se manifestent sous forme de veines, par exemple dans l'Afrormosia, le Bubinga, l'Awoura, ou le Zingana, elles sont généralement appréciées. Ces irrégularités peuvent résulter d'une anomalie de croissance qui est due



▲ Photo 6 : grisaillement du bois © M. Vernay

soit au blocage du métabolisme de l'arbre à une certaine période de sa vie et sur certaines zones bien précises du tronc, soit à une agression extérieure par une réaction de l'arbre. Dans ce cas, les couleurs irrégulières peuvent être considérées comme un défaut. Sur certaines essences bien spécifiques, les défauts se présentent sous forme de zones décolorées ou sur-colorées et n'apparaissent que sur quelques arbres ou zones de l'arbre. Ce genre de phénomène n'est pas lié à une zone géographique. Outre les désordres esthétiques que cette anomalie engendre, ces perturbations de duraminisation* peuvent affaiblir localement la durabilité* ; en revanche les caractéristiques mécaniques ne sont pas affectées. Ces colorations anormales peuvent se présenter sous plusieurs formes :

- tache ponctuelle (Lati, Iroko)
- décoloration du bois (Sapelli, Moabi, Makoré)
- veine noire (Movingui)
- tache claire (Padouk)

De même, certaines essences (Azobé, Nieuik...) peuvent comporter une zone intermédiaire entre l'aubier* et le duramen*, appelée bois de transition. Cette zone imparfaitement duraminisée* est

plus claire que le bois parfait.

Dans le cas d'une perturbation survenant au cours de la croissance de l'arbre, le processus de duraminisation* peut se trouver stoppé temporairement et reprendre ultérieurement, enfermant ainsi des zones de bois non duraminisées, appelées lunures*.

A l'usage et à la mise en œuvre, la couleur du bois évolue. De façon générale, les molécules pigmentées du bois réagissent avec la lumière et les couleurs s'estompent dans le temps en devenant plus ternes. Cependant certaines finitions permettent de ralentir la décoloration.

Un autre phénomène résulte de l'action combinée des ultra-violet et de l'eau qui provoque également un vieillissement et une perte de couleur de la surface du bois ; les bois deviennent gris : c'est le phénomène de « grisaillement ».

Dans les deux cas, la décoloration ne concerne que les cellules superficielles, et un simple ponçage ou décapage chimique permet de recouvrir en grande partie l'aspect d'origine du bois.

La taille et l'organisation des cellules qui composent le bois confèrent à ce matériau un aspect spécifique. L'anatomie du bois est donc bien à l'origine des différentes figures* que présente le bois de décoration. Par exemple, un Sapelli qui comporte des couches de bois dont les fibres sont orientées alternativement selon des hélices droites et gauches qui donnent un « bois rubané ». Ces figures* sont obtenues dans du bois normal.

Au niveau de la formation des premières branches, zone appelée « fourche », le fil du bois est dévié et donne une figure irrégulière recherchée pour la réalisation de placage. Dans cette zone, du « bois de réaction » coloré peut également se former.

Lorsque des singularités* du bois (défauts) occasionnent un aspect particulier à certains débits, on parle de « bois figuré ». De nombreuses appellations sont distinguées :

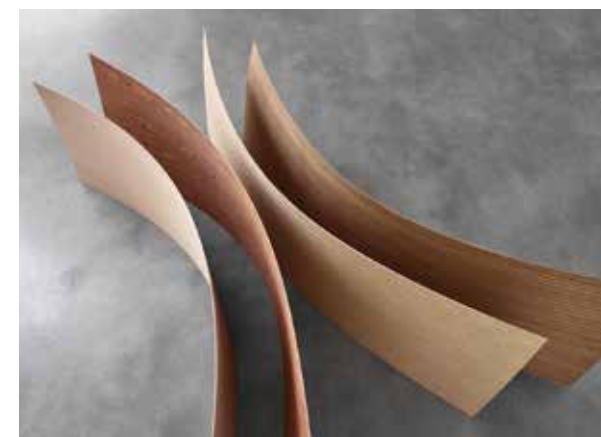
- Le bois est « madré » ou « ronçoux » lorsque le fil du bois est enchevêtré. Cet enchevêtrement peut être dû à soit un dérèglement de la zone cambiale, soit à la succession de bourgeons qui avortent aussitôt, ou à la présence d'un champignon qui perturbe la croissance

de l'arbre. On retrouve ces anomalies dans les loupes, les ronces ou les broussins.

D'autres irrégularités de fil sont distinguées :

- Les bois « moirés » résultent de sinuosités très rapprochées du fil, faisant apparaître des zones dans lesquelles le fil est alterné régulièrement (Makoré, Avodiré, Movingui...)
- Les bois « ondés » sont caractérisés par de petites bandes perpendiculaires à l'axe de l'arbre, dans lesquelles le fil est alterné régulièrement.
- Les bois « drapés » présentent des zones en forme de « S » dans lesquelles le fil est uniformément incliné.
- Les bois « pommelés » ou « matelassés » sont caractérisés par des reliefs donnant l'impression de bosses arrondies.

Certaines techniques industrielles ont été mises au point pour reproduire des figurations très variées d'essences tropicales à partir de placages d'Ayous teintés, collés et retranchés. Cette technique est également appliquée aux bois d'origine tempérée, comme le Peuplier.



▲ Photo 7 : Placages reconstitués © ALPI

3.5. DURABILITÉ

3.5.1. AGENTS DE DÉGRADATION

Les champignons sont les principaux agents de dégradation du bois. Leur développement nécessite un approvisionnement en eau et en oxygène suffisant et une température favorable. On distingue différentes catégories de champignons : lignicoles* et lignivores*. Ces derniers peuvent causer des dégradations de type pourritures

fibreuses*, pourritures molles* ou pourritures cubiques*. Dans ce dernier type, la méréule est un champignon particulièrement connue pour sa virulence. Il est responsable de très nombreux sinistres en Europe.

Dans certaines zones géographiques, les termites constituent pour le bois une menace tout aussi sérieuse que l'attaque des champignons. Les termites vivent en société organisée (avec une reine, des soldats, des ouvriers...), au même titre que les abeilles ou les fourmis. Ils ont besoin de matières ligneuses pour se nourrir et profitent du matériau pour se protéger des prédateurs et de la lumière (qu'ils craignent constamment en dehors de la période d'essaimage). Pour se déplacer en milieu découvert, ils construisent des galeries à l'aide de sciure de bois, de salive et d'excréments. Certains bois sont moins facilement attaquables du fait de leur dureté, de la présence de certains composés chimiques ou de leur teneur en silice. Une attaque préalable par un champignon peut permettre aux termites de s'installer et de dégrader n'importe quel bois. Tout aubier* est facilement altérable par les termites. En Europe, les espèces rencontrées appartiennent à deux genres de termites : les Kaloterms (termites dits « de bois sec »), et les Reticulitermes (termites dits « souterrains ») présentes sur le pourtour méditerranéen, en Espagne et dans le sud-ouest de la France. Contrairement aux idées reçues, ces espèces sont endémiques et n'ont pas été importées avec les bois tropicaux. Bien qu'il s'agisse de termites dits « inférieurs », c'est-à-dire dotés d'un système digestif moins élaboré, ils restent très prolifiques. Les termites souterrains, dont les besoins en eau sont relativement importants, n'établissent pas leur colonie dans le bois, mais dans le sol ou dans un milieu suffisamment approvisionné en eau. Les colonies de termites de bois sec s'installent directement dans le bois. Bien que celles-ci soient plus facilement éradiquables, leur détection est moins évidente. En-dehors des termites, les insectes xylophages* s'attaquent principalement au bois sec sous forme larvaire. Le bois sec est essentiellement attaqué par les bostryches et les lyctus. Les dégâts se présentent sous l'aspect de vermoulures avec des galeries de différentes dimensions.

Le bois immergé, lui, est à l'abri des insectes et des champignons. Cependant, en eaux salées ou saumâtres, l'environnement est propice à plusieurs agents biologiques de dégradation du bois. Dans ce milieu, on distingue les mollusques et les crustacés. Parmi les mollusques, les pholades sont de petites moules qui forent des galeries de quelques centimètres. Les tarets causent des dégâts bien plus importants. Ils se présentent sous forme de vers blancs mous et fragiles et ils creusent des galeries cylindriques (d'environ un centimètre de diamètre sur plusieurs mètres de longueur), qu'ils tapissent d'une paroi calcaire. Les essences de bois durs, à fort taux de silice ou riches en substances répulsives, présentent une bonne résistance aux térébrants marins et peuvent être utilisés en classe d'emploi 5 selon la norme dédiée aux expositions à des risques biologiques.

3.5.2. LA DURABILITÉ NATURELLE

La durabilité est une propriété intrinsèque à chaque essence : il s'agit de son aptitude à résister dans le temps à des attaques d'agents de dégradation biologique : champignons, insectes à larves xylophages*, termites, térébrants* marins, etc. Remarque : il n'existe aucun bois imputrescible*. Si une essence possédait cette propriété, la forêt ne serait qu'un immense tas de bois mort et non dégradé depuis plusieurs milliers d'années. Tous les bois se dégradent à des vitesses différentes selon les conditions dans lesquelles ils se trouvent. Pour évaluer cette propriété, des essais en laboratoire ont été réalisés sur différentes essences selon un protocole normalisé (EN 350). Les résultats ont été validés et confirmés par des retours d'expérience en situation réelle. Les classes de durabilité les plus utilisées sont celles relatives aux champignons lignivores*.

5 niveaux sont distingués :

CLASSE DE DURABILITÉ	DESCRIPTION
1	Très durable
2	Durable
3	Moyennement durable
4	Faiblement durable
5	Non-durable

Remarque : les essais sont réalisés sur le bois duraminisé. Lorsqu'on parle de durabilité des bois, on ne prend en compte que le duramen*, car l'aubier* n'est jamais durable.

Les durabilités sont présentées dans la norme EN 350, (voir annexe 1), avec :

- La durabilité vis-à-vis des champignons : de 1 (très durable) à 5 (non durable)
- La durabilité vis-à-vis des insectes à larves xylophages* : de S (sensible) à D (durable)
- La durabilité vis-à-vis des termites : de S (sensible) à D (durable)
- La durabilité vis-à-vis des térébrants marins* : de S (sensible) à D (durable)
- L'imprégnabilité* : de 1 (imprégnable) à 4 (non-imprégnable)
- La largeur de l'aubier : de tf (< 2 cm) à l (> 10 cm)

Toutes les essences ne figurent pas dans cette norme, mais il est possible de trouver les informations dans les fiches techniques éditées par le Cirad* ou dans le logiciel TROPIC*.

Remarque : les valeurs de durabilité vis-à-vis des termites sont obtenues par des essais qui consistent à mettre en contact le bois avec des termites affamés. Ce principe, « tu manges ou tu meurs », exclut la notion d'appétence, c'est-à-dire l'attraction ou la préférence des termites pour le choix de leur lieu d'installation.

3.5.3. LES CLASSES D'EMPLOI

Les classes d'emploi correspondent à des intensités d'exposition aux différents risques biologiques. Elles sont définies dans la norme EN 335. Remarque : elles ont longtemps été appelées en France « classes de risque » (mais cette appellation a été abandonnée car jugée trop négatives).

Les classes d'emploi ne définissent pas de durée de vie. Par exemple, un tuteur réalisé dans un bois de faible durabilité, destiné à soutenir une plante, est utilisable dans une situation de classe d'emploi 4 (contact direct avec la terre) pour une durée de vie d'un an. Si l'on souhaite une durée de vie supérieure à un an dans la même situation, cette essence ne convient pas.

Classe d'emploi 1 :

Situations dans lesquelles le bois est sous abri, entièrement protégé des intempéries et non exposé à l'humidification. Exemples : parquets, meubles, lambris, etc. Photo 8 : Meuble © F. Codron, PELTIER BOIS



Classe d'emploi 2 :

Situations dans lesquelles le bois est sous abri, entièrement protégé des intempéries, mais où une humidification ambiante élevée peut conduire à une humidification occasionnelle non persistante. Exemples : charpentes, éléments de toiture, etc. Photo 9 : Ferme de charpente © P. Martin, ATIBT



Classe d'emploi 3.1 :

Situations dans lesquelles le bois est non abrité, hors contact du sol, et continuellement exposé aux intempéries, ou bien à l'abri mais soumis à une humidification fréquente. Exemples : menuiseries, revêtements extérieurs (partiellement abrités) etc. Photo 10 : Porte extérieure © F. Codron, Peltier bois



Classe d'emploi 3.2 :

Situations de la classe 3A mais avec des temps d'humidifications plus longs. Exemples : menuiseries, revêtements extérieurs (exposés aux intempéries) etc. Photo 11 : Portail extérieur © M. Vernay



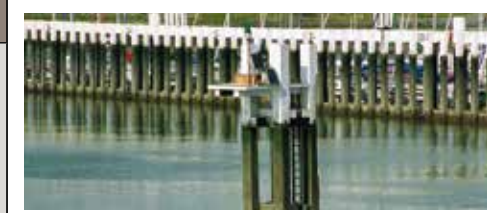
Classe d'emploi 4 :

Situations dans lesquelles le bois est en contact avec le sol ou l'eau douce, et est ainsi exposé en permanence à l'humidification. Exemples : clôtures, poteaux, terrasses, etc. Photo 12 : Ecluse © Imfoto



Classe d'emploi 5 :

Situations dans lesquelles le bois est en permanence en contact avec l'eau salée ou saumâtre. Exemples : jetées, pontons, etc. Photo 13 : Défenses © G. Scherrer



ATTENTION : L'ordre croissant de la numérotation des classes d'emploi concorde avec l'humidité du milieu. La classe d'emploi 5 concerne le milieu marin immergé uniquement. Un bois couvrant naturellement la classe d'emploi 5 ne couvre pas systématiquement les classes d'emploi inférieures.

ATTENTION : Commercialement, on utilise à tort la classe d'emploi comme performance de durabilité sans tenir compte de la durée de vie attendue. Cette erreur provient des normes spécifiques au traitement chimique des bois (voir § 2.6 Traitement des bois).

3.5.4. LE BON BOIS AU BON ENDROIT

Dans la pratique, ces définitions de classe d'emploi restent difficiles à appréhender ; par exemple l'expression « exposé aux intempéries » est une notion très variable selon qu'il s'agit d'un lieu où les précipitations sont fréquentes ou non. Il est possible d'affiner cette perception avec le fascicule de documentation FD P 20-651, où les paramètres suivants sont pris en compte :

- le climat dans lequel se trouve l'ouvrage (sec, modéré ou humide¹) ;
- les conditions locales (zone côtière, fond de vallée non ensoleillée, proximité d'une source d'humidité générant des périodes récurrentes de brume ou de brouillard... ;
- le type de conception (les conditions d'écoulement et de désorption* de l'eau de pluie) ;
- la massivité (plus un bois est massif, plus sa capacité de désorption* est limitée) ;
- l'exposition au vent de pluie dominant.

Lorsque la classe d'emploi est correctement définie, le choix d'un bois peut être effectué en fonction de la durée de vie attendue de l'ouvrage.

L3	Longévité supérieure à 100 ans
L2	Longévité comprise entre 50 et 100 ans dans l'utilisation initialement prévue
L1	Longévité comprise entre 10 et 50 ans dans l'utilisation initialement prévue
N	Longévité inférieure à 10 ans dans tous les cas (solutions à ne pas prescrire dans le bâtiment)

Selon ces principes, un bois très résistant aux champignons (classe de durabilité 1) peut être utilisé avec une durée de vie acceptable, y compris dans un milieu très favorable aux agents biologiques de dégradation. Inversement, en classe d'emploi 1, il est possible d'utiliser des bois de faible durabilité, y compris de classe de durabilité 5. Il convient de ne pas oublier le risque de dégradation par les insectes à larves xylophages* et les termites.

1 - Les trois zones géographiques sont définies par un nombre de jours annuels où les précipitations sont supérieures à 1 mm (sèche : moins de 100 jours ; modérée : moins de 150 jours ; humide plus de 150 jours)

3.6. TRAITEMENT DES BOIS

3.6.1. POURQUOI TRAITER LE BOIS ?

Le traitement d'un bois vise à améliorer ses performances de durabilité* lorsqu'elles sont insuffisantes pour un usage ciblé ; on parle dans ce cas de traitement **préventif**. Celui-ci n'est pas indispensable si la durée de vie attendue est faible (exemple : tuteur ou piquet réalisé en bois de faible durabilité). Il est par ailleurs possible de se débarrasser des agents de dégradation que le bois peut contenir, on parle alors de traitement **curatif**. La performance des procédés dépend de l'imprégnabilité* du bois, de la technique, du matériel et éventuellement du produit utilisé. Il existe différents types de traitement : chimique, thermique ou combinant des deux.

3.6.2. LES TRAITEMENTS CHIMIQUES

En général, la formulation d'un produit chimique est élaborée à partir de matières actives biocides*, des molécules qui vont permettre de fixer ces matières actives sur le bois et un solvant (pétrolier ou eau), qui permet de véhiculer l'ensemble dans le bois avant de s'évaporer. Les matières actives peuvent être des substances minérales (sels métalliques) ou des substances de synthèse plus ou moins complexes. Plusieurs molécules ont été élaborées à partir de celles qui se trouvent dans le bois à l'état naturel : tanins, acides, terpènes, composés phénoliques... La grande difficulté réside dans la façon de les faire pénétrer dans le bois et de les fixer. Cette tâche est beaucoup plus aisée pour l'arbre dont le métabolisme produit ces molécules au fur et à mesure de sa croissance.

Les matières actives utilisées ciblent un ou plusieurs agent(s) de dégradation du bois : champignons lignivores*, insectes à larves xylophages*, termites... Une combinaison de ces matières actives peut être nécessaire pour couvrir un champ d'action plus large.

L'application du produit s'effectue selon différentes techniques :

- Badigeonnage (brosse)
- Aspersion (buse)
- Trempage (bac)
- Vide/pression (autoclave*)



▲ Photo 14 : Autoclave © P. Filius, ARCH TIMBER PROTECTION LTD

Le traitement par autoclave* permet une application plus efficace du produit de traitement mais le résultat obtenu dépend :

- de l'imprégnabilité* du bois
- de l'humidité initiale du bois
- du produit chimique utilisé
- des pressions appliquées
- de la durée des cycles du traitement

ATTENTION : Le « traitement à cœur » est un abus de langage car, dans la majorité des cas, le produit de traitement ne pénètre pas dans tout le volume de la pièce de bois, mais en périphérie sur une profondeur variable. L'appellation commerciale « bois autoclavés* » s'applique donc à des produits de durabilité conférée différente. Commercialement, la performance des bois traités est affichée par les professionnels à travers une classe d'emploi, comme l'exigent les normes. Exemple : un bois « traité classe 4 » est un bois à durabilité conférée adapté à la classe d'emploi 4 (avec une garantie variant entre 3 et 5 ans seulement). Cette appellation erronée crée une confusion chez les utilisateurs (voir § 2.5 durabilité). N.B. : Les normes prévoient que celui qui effectue le traitement soit en mesure de fournir une **attestation de traitement**. Cette attestation est un engagement déclaratif qui affiche les conditions de traitement, les caractéristiques du produit et les valeurs de pénétration et de rétention. Elle peut être vérifiée a posteriori dans le cadre d'un contrôle de conformité.

Depuis le 1^{er} juin 2007, la réglementation

REACH* (enregistrement, évaluation, autorisation et restrictions des substances chimiques) restreint l'utilisation des produits biocides* à travers des concentrations maximales autorisées dans le bois, pour tenir compte des effets nocifs sur l'homme et sur l'environnement.

Les instances de contrôle cherchent notamment à limiter les éléments indésirables suivants :

- Pentachlorophénol (PCP)
- Polychlorobiphényles (PCB)
- Carbendazine, chlorothalonil...
- Métaux lourds : plomb, cadmium, mercure...
- Substances faisant l'objet de restrictions dans l'annexe XVII de REACH* (composés de la créosote, de l'arsenic, du chrome, du cadmium, et du bore et de ses dérivés).

En particulier, les bois présentant une coloration verte pourront faire l'objet d'une recherche de traces d'un traitement à base de sels de cuivre (CCA : Cuivre Chrome Arsenic, CCB : Cuivre Chrome Bore), de Cuivre-organique ou d'oxyquilonéate de cuivre. Remarque : cette couleur verte se retrouve parfois dans les nouvelles formulations, il s'agit en fait d'un colorant destiné à rappeler au consommateur l'image de l'efficacité des produits désormais interdits en Europe.

La réglementation REACH* contraint les chimistes à élaborer de nouvelles solutions moins biocides*. Mais ces solutions doivent en même temps répondre aux besoins des utilisateurs qui attendent des produits efficaces, c'est-à-dire davantage biocides*. Les industries fabriquant les produits doivent démontrer leur efficacité. Compte tenu du manque de retours d'expérience sur le terrain, ces évaluations se limitent à des essais en laboratoire dont les résultats restent souvent discutables.

Les traitements chimiques permettent de conférer une durabilité plus importante aux bois de faible durabilité naturelle ou de moindre valeur. Cependant cette durabilité conférée n'atteint jamais le niveau des bois les plus durables naturellement (exemple : Bilinga, Doussié, Mukulungu, Padouk, Tali...). Par ailleurs, tout usinage ultérieur au traitement met à nu une zone de bois dont la durabilité est plus faible que celle attendue, et aucun procédé ne permet de lui rendre le niveau de protection initial sur le terrain.

3.6.3. LE TRAITEMENT À LA CRÉOSOTE

La créosote est un produit d'usage courant réservé exclusivement à une utilisation spécifique : la préservation des traverses de chemin de fer et des poteaux de ligne. Elle diffère des autres produits chimiques par deux particularités. D'une part, les substances actives sont un ensemble de très nombreuses molécules issues de la distillation de la houille (entre 100°C et 500°C). D'autre part, son application ne nécessite pas de solvant et tout le produit introduit est appelé à rester à demeure dans le bois traité, pendant la durée de service requise.

Remarque : L'efficacité de la créosote est essentiellement due à la formation de molécules toxiques dont certaines sont hautement cancérigènes (phénols solubles et benzo-a-pyrènes notamment). Le traitement à la créosote est réglementé.

3.6.4. LE TRAITEMENT ISMP/NIMP 15

La norme « International Standards for Phytosanitary Measures » (ISPM/NIMP) est établie par la « Convention internationale pour la protection des végétaux » (IPPC), rattachée à l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Cette norme prévoit des mesures pour limiter le risque d'apparition et de dissémination d'organismes nuisibles présents dans les emballages en bois.

Le traitement consiste à chauffer le bois à une température à cœur minimale de 56°C pendant 30 minutes au moins. Ces conditions sont létales pour les insectes sous toutes leurs formes (œufs, larves*, nymphes*, imagos*). Le séchage du bois par séchoir artificiel (KD – kiln dried, voir § 2.7 humidité du bois) permet un tel traitement. La norme reconnaît ce procédé pourvu que les valeurs prescrites d'humidité ciblées soient atteintes. Il s'agit d'un traitement curatif sans garantie dans le temps (non préventif). La fumigation est une autre technique répondant à cette exigence.

3.6.5. LE TRAITEMENT PAR FUMIGATION

La fumigation est un traitement du bois à l'aide de gaz toxiques : Bromure de méthyle, acide cyanhydrique, phosphore d'hydrogène, oxyde d'éthylène, gaz carbonique, etc. Dans certains

pays d'Europe, cette opération doit être effectuée par une entreprise agréée par une autorité compétente (généralement un ministère).

3.6.6. LE TRAITEMENT THERMIQUE

Le principe de ce traitement consiste à placer le bois dans une enceinte sous atmosphère contrôlée (après un séchage préalable), avec des gaz inertes (principalement de l'azote) dépourvus d'oxygène pour éviter la combustion du matériau. La température est ensuite augmentée progressivement pour atteindre un maximum compris entre 180°C et 250°C. Le traitement modifie les constituants les plus hydrophiles*. Le bois est ensuite refroidi jusqu'à température ambiante. La durée totale du traitement varie entre 10 et 25 heures selon l'essence de bois, son épaisseur et le type de procédé utilisé.

Par ce type de traitement, les molécules de cellulose, l'amidon et les différents sucres, qui constituent les principaux aliments des champignons de pourriture, sont dégradés. Les reprises d'humidité sont également fortement réduites et les variations dimensionnelles (retrait-gonflement) sont très atténuées. Le développement des champignons lignivores* ou lignicoles* n'est alors plus possible. Le bois traité par ce procédé est reconnaissable à sa couleur brune homogène et à son odeur de brûlé.

Remarque : La durabilité est d'autant plus améliorée que les molécules sont dégradées.

Lors de cette dégradation, la densité, la dureté et les propriétés mécaniques sont amoindries, ce qui permet parfois l'infestation par des insectes nidificateurs (abeilles charpentières, antidiés...). La présence de singularités* favorise l'apparition de déformations ou de fentes. Les bois sans aucun défaut et droit de fil sont généralement privilégiés.

La maîtrise de l'homogénéité de la densité des bois est un facteur fondamental. Le mélange d'essences dans le four est proscrit, car la durée du traitement doit être établie avec précision (une durée trop longue de traitement dégrade mécaniquement les bois, et une durée trop courte ne permet pas d'atteindre les performances de durabilité attendues).

Il est à noter que le collage et l'application des finitions sont délicats pour les bois traités thermiquement. La dégradation des cellules du bois ne permet plus une aussi bonne accroche des molécules extérieures, notamment celles de l'eau car le bois est devenu hydrophobe*.

3.6.7. LE TRAITEMENT PAR ACÉTYLATION

L'acétylation consiste en une substitution des atomes d'hydrogène actifs (groupes hydroxyles libres) par des groupes acétyles. L'anhydride acétique est couramment utilisé comme agent d'acétylation.

La réaction du bois à l'anhydride acétique est un processus exothermique*. La température du bois doit être contrôlée pour éviter une altération thermique. La réaction génère de l'acide acétique comme sous-produit, qui doit être extrait en fin de traitement. L'acétylation est un processus lent qui peut être accéléré par l'utilisation d'un solvant et/ou d'un catalyseur.

Les essences susceptibles d'être traitées par acétylation doivent présenter une bonne imprégnabilité*. Les essences de faible densité (et de faible durabilité naturelle), comme par exemple le Pin radiata, se prêtent plus facilement à l'acétylation. Ce traitement du bois n'est effectif dans toute sa masse que pour les faibles épaisseurs et les bois reconstitués.

Les produits traités par acétylation ont été introduits sur le marché européen il y a moins d'une dizaine d'années. La stabilité des groupes acétyles face aux variations de température, aux UV ou aux sollicitations mécaniques (érosion de l'eau, poinçonnement*...) doit encore être démontrée pour définir une durée d'utilisation réaliste.

3.6.8. LE TRAITEMENT PAR FURFURYLATION

La furfurylation est une technique qui consiste à imprégner le bois d'une solution d'alcool furfurylique qui est ensuite polymérisée sur la paroi des cellules. L'alcool furfurylique est un dérivé obtenu à partir du son (furfur en latin) de nombreuses céréales.

Les molécules d'alcool furfurylique se fixent dans le bois dans des conditions de pH acide et à une température comprise entre 100°C et 150°C. Dans ces conditions, la lignine et la cellulose, qui vont

recevoir le polymère, se dégradent. Le bois furfurylé devient alors hydrophobe* et plus durable vis-à-vis des agents de dégradation biologique. Ce traitement génère parallèlement une augmentation de la masse volumique de 0 à 125 %, qui s'accompagne d'une dureté et de propriétés mécaniques accrues, et d'une meilleure stabilité (réduction des coefficients de retrait).

Même si les propriétés mécaniques du bois traité par ce procédé sont augmentées, elles n'atteignent pas celles des bois tropicaux les plus résistants. Bien que les alcools furfuryliques soient obtenus à partir de plantes, la notion de « chimie verte », utilisée dans le langage commercial pour rassurer le consommateur, implique des procédures et des contrôles stricts ; cette « chimie verte » donc des risques.

Cette technique innovante n'est pas encore suffisamment éprouvée pour prévoir son évolution dans le temps et on peut s'interroger sur les risques sanitaires à moyen ou long terme (contact direct avec la peau des utilisateurs, dégagement progressif de composés volatiles...).

3.6.9. L'ÉVALUATION DE LA DURABILITÉ

Le principe des essais en laboratoire consiste à mettre en contact direct un matériau et un agent de dégradation biologique dans des conditions optimum de développement et à mesurer la dégradation du matériau par perte de masse. Les essais sont répétés avec différents agents, mais ils ne peuvent pas être exhaustifs ni prendre en compte des effets synergiques entre agents ou avec le milieu environnant.

Le « vieillissement accéléré » consiste à placer par alternance le matériau dans des milieux extrêmes (chaleur, humidité, ambiance sèche, UV...) selon plusieurs cycles. Ces deux modes d'évaluation peuvent donner une idée du comportement réel du bois en service, mais les agents biologiques sont des organismes vivants qui nécessitent du temps pour se développer. La performance évaluée en laboratoire n'est donc pas toujours à la hauteur de celle attendue sur le terrain.

La durabilité naturelle et sans traitement ajouté des bois tropicaux est reconnue à travers des exemples d'utilisation depuis de nombreux siècles.

3.7. HUMIDITÉ DU BOIS

3.7.1. TAUX D'HUMIDITÉ DU BOIS

L'humidité du bois est définie par la norme EN 13183 comme étant le rapport de la masse d'eau contenue dans le bois sur la masse de bois sec :

$$H\% = \frac{\text{Masse d'eau}}{\text{Masse de bois sec}}$$

Remarque : l'humidité du bois dans l'arbre sur pied varie entre 60 et 200 % selon l'essence.

Le bois est une agglomération de cellules qui s'apparentent à des tubes, dont l'espace intérieur est appelé le vide cellulaire et dont la paroi est constituée de plusieurs couches de cellulose. On distingue différents types d'eau dans le bois selon son emplacement :

L'eau **libre** : elle est contenue dans le vide cellulaire. Elle est facile à extraire du bois ; son extraction porte le nom de ressuyage.

L'eau **liée** : elle est à l'intérieur des parois des cellules et ne peut s'extraire que sous forme de vapeur ; son extraction correspond au séchage. Il existe un troisième type d'eau appelé « eau de constitution » qui est indispensable à la cohésion des molécules qui constituent le bois. Un bois anhydre* (H% = 0%) ne contient que de l'eau de constitution.

Le comportement du bois vis-à-vis de l'eau est comparable à celui d'une éponge. Sortie de l'eau, elle est imbibée et gonflée, et un simple pressage suffit pour en extraire l'eau « libre ». Cette opération ne permet pas d'extraire l'eau liée. Pour sécher l'éponge, il faut l'exposer à un milieu ambiant le plus sec possible afin d'évacuer l'eau « liée » par évaporation. En séchant, l'éponge se raffermi et se déforme, comme le bois. Quel que soit le milieu environnant, un équilibre se crée au fil du temps entre l'eau contenue dans l'atmosphère et celle contenue dans le matériau, voir abaques d'équilibre hygroscopique* § 2.7.5. À la frontière entre les deux phénomènes, se trouve le point de saturation des fibres PSF*, qui est l'humidité du bois lorsqu'il est saturé d'eau liée sans eau libre. Cette valeur est particulièrement importante pour les calculs de retrait, car en-dessous de ce taux, les variations d'humidité

s'accompagnent de variations de dimensions et ce sont les parois des différentes cellules qui se déforment.

$$\text{PSF} = \frac{\text{Masse d'eau liée saturée}}{\text{Masse de bois sec}}$$

Pour les bois tempérés (résineux, chênes, châtaigniers...), le PSF est de l'ordre de 30 % d'humidité. Cette valeur est arbitrairement appliquée dans la majorité des documents. En revanche, le PSF des bois tropicaux varie entre 15 et 45 % selon l'essence. Cette caractéristique est fournie dans les fiches techniques du Cirad* ou dans le logiciel TROPIX*.

ATTENTION : Les données sont des moyennes et il est donc possible de rencontrer des variations en plus ou en moins par rapport à cette valeur affichée.



▲ Photo 15 : Tension de surface du bois © P. Martin, ATIBT

3.7.2. MÉTHODE DE DÉTERMINATION DE L'HUMIDITÉ

La méthode la plus fiable pour déterminer l'humidité du bois est la mesure par différence de masses. La masse humide, notée Mh, d'un échantillon de bois est déterminée par pesée. Cet échantillon est ensuite séché dans un four par air ventilé à environ 100°C, jusqu'à l'obtention de sa masse anhydre* qui est notée Mo. La masse d'eau que contenait l'échantillon est déduite en

faisant la différence entre celle du bois humide et celle du bois sec. Ainsi, le taux d'humidité est déterminé par :

$$H\% = \frac{Mh - Mo}{Mo}$$



▲ Photo 16 : Humidimètre fonctionnant par résistivité. © P. Martin, ATIBT

Certains appareils permettent de déterminer l'humidité du bois sans destruction, à condition qu'ils soient correctement étalonnés en fonction de l'essence du bois. On distingue deux types d'appareils : ceux qui mesurent la résistivité et ceux qui mesurent l'effet capacitif. Le bois étant un matériau isolant par nature (thermique, acoustique, électrique...), l'eau est quantifiée en proportion dans le bois suivant le comportement d'un champ électromagnétique.

TAUX D'HUMIDITÉ H%	DÉNOMINATION DU BOIS AU TAUX H%	FORME DE L'EAU DANS LE BOIS
> PSF	Bois vert ou frais	Eau libre, eau d'imprégnation, eau de constitution
PSF	Bois saturé	Point de Saturation : (sans eau libre) l'eau d'imprégnation est à son maximum, eau de constitution
22 à PSF %	Bois ressuyé ou mi-sec	Eau d'imprégnation et eau de constitution
17 à 22 %	Bois commercialement sec	
13 à 17 %	Bois sec à l'air	
< 13 %	Bois desséché	Eau de constitution
0 %	Bois anhydre	

Les appellations commerciales AD (Air Dried), KD (Kiln Dried) et SD (shipping dry) sont fréquemment utilisées à mauvais escient. Voici leur définition : **KD** signifie "séché au séchoir". Le taux d'humidité atteint doit toujours être spécifié. Il est généralement compris entre 9 et 22 %. **AD** signifie "séché à l'air". Selon les définitions précédentes, le taux d'humidité est compris entre 13 et 17 %. Les normes européennes fixent le seuil à 20%. Attention : certains producteurs et fournisseurs entendent ce terme par « séchage en cours à l'air libre » c'est-à-dire bien souvent au-dessus de 20%. Cette appellation abusive peut avoir de graves répercussions ; il convient donc d'être vigilant sur l'utilisation du terme AD. **SD** signifie « secs à l'embarquement ». Selon les INCOTERMS, les sciages doivent être suffisamment secs pour supporter le transport sans subir de dommages, notamment par les champignons. Le taux d'humidité n'est pas défini, cependant pour satisfaire à ces conditions, le bois doit au moins être ressuyé (humidité maximum de 30 %).

3.7.3. EQUILIBRE HYGROSCOPIQUE*

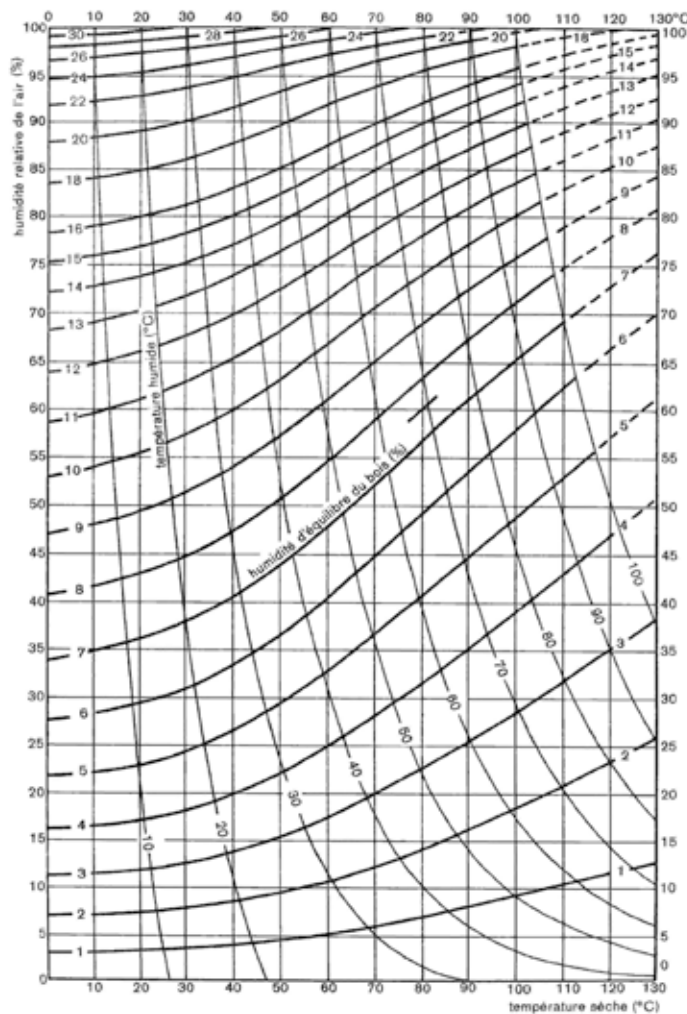
Le taux d'humidité de stabilisation dépend de la température et l'humidité relative de l'air dans lequel il se trouve. On dit que cette humidité du bois stabilisée est à l'équilibre hygroscopique* avec son milieu environnant. Les taux d'humidité d'équilibre peuvent être estimés grâce à l'abaque d'équilibre hygroscopique* (voir § 2.7.5).

Par exemple, pour des bois dont le PSF est de 30 % qui sont situés dans un milieu climatisé à 20°C de température et avec une humidité relative de l'air de 65 %, l'humidité d'équilibre hygroscopique* est proche de 12 %.

ATTENTION : L'abaque est établi pour les bois dont le point de saturation des fibres est de 30 % (équilibre à 0°C et 100 % d'humidité de l'air). Pour les bois tropicaux, dont le PSF est beaucoup plus variable, l'humidité d'équilibre ne correspond pas toujours exactement à celui de l'abaque.

Le temps nécessaire pour que le bois atteigne l'humidité d'équilibre varie en fonction de l'essence de bois, de sa section, de son humidité initiale et éventuellement du renouvellement de l'air. Une ambiance contrôlée permet de réduire la durée du séchage (principe du séchage artificiel). Dans la pratique, l'humidité d'équilibre n'est jamais atteinte, car l'humidité se stabilise à quelques pourcents au-dessus de l'humidité d'équilibre lors du séchage et à quelques pourcents au-dessous de l'humidité d'équilibre lors de l'humidification.

3.7.5. ABAQUE D'ÉQUILIBRE HYGROSCOPIQUE* DU BOIS (PSF DE 30 %)



▲ Figure 1 : Diagramme de Keylwerth

VARIATIONS DIMENSIONNELLES ET DÉFORMATIONS

3.8.1. LES RETRAITS ET GONFLEMENTS

Lorsque le taux d'humidité du bois est en-dessous du point de saturation des fibres (PSF), les variations d'humidité du bois s'accompagnent de variations dimensionnelles, dont les grandeurs dépendent de la direction considérée (longitudinale*, radiale* ou tangentielle*).

On appelle retrait total le rapport de la variation

de dimensions du bois qu'il présente à l'état vert (humidité supérieure ou égale au PSF) et à l'état sec (bois anhydre*) sur la dimension du bois à l'état sec.

$$R = \frac{\text{Dim (PSF)} - \text{Dim (0\%)}}{\text{Dim (0\%)}}$$

où

Dim (PSF) = Dimension avec $H \geq \text{PSF}$

Dim (0%) = Dimension avec $H = 0\%$

Le retrait longitudinal* total est le plus faible, de l'ordre de 0,1 % ; Il est en général négligé.

Le retrait radial* total est plus important, mais il reste limité par la présence des rayons ligneux ; Il est de l'ordre de 5 %.

Enfin, le retrait tangentiel* total est le plus important, car aucune cellule n'est orientée dans ce sens ; Il est de l'ordre de 10 %.

Les retraits totaux sont spécifiques à chaque essence.

Les retraits sont proportionnels à la variation d'humidité. Le coefficient de retrait α correspond à la variation dimensionnelle pour 1 % d'humidité, dans la tranche d'humidité comprise entre le PSF et l'état anhydre*.

$$\alpha = \frac{R}{\text{PSF}}$$

La variation de dimension se calcule avec la formule suivante :

$$\Delta l = \frac{\alpha \times \Delta H \times l}{100}$$

Où :

l_1 est la dimension à H_1

l_2 est la dimension à H_2

$$\Delta l = l_1 - l_2$$

$$\Delta H = H_1 - H_2$$



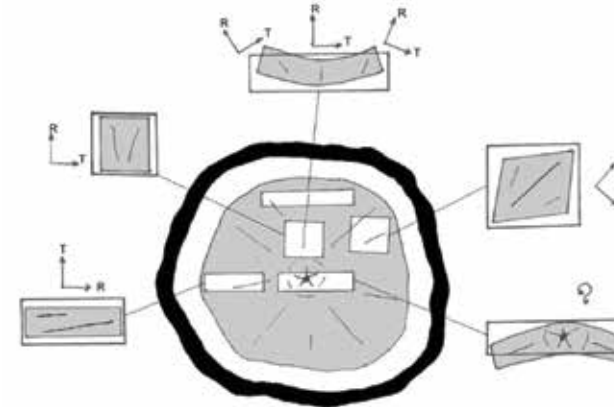
▲ Photo 17 : Retrait du bois
© M. Vernay

ATTENTION : En aucun cas les valeurs H_1 et H_2 ne sont supérieures au PSF (le cas échéant, elles sont remplacées par le PSF).

Remarque : les valeurs de retrait fournies dans les fiches techniques sont des moyennes, la variabilité du bois engendrant parfois des différences par rapport au calcul théorique.

3.8.2. DÉFORMATIONS DES SECTIONS TRANSVERSALES AU SÉCHAGE

En raison des différences de retrait suivant les directions R et T, le bois se déforme irrégulièrement en séchant. Le retrait selon la direction R étant moins important que celui selon T, on dit que le bois « tire à cœur » en séchant. Le phénomène est inverse pour la reprise d'humidité.



▲ Photo 18 : Déformation des sections au séchage
© P. Martin, ATIBT

La justification de la déformation par calcul est simple :

Prenons l'exemple d'un carrelet de section carrée en Niangon de 12 cm de diagonale, débité sur faux quartier. S'il passe de 28 à 12 % d'humidité, les déformations seront les suivantes :

Retrait radial :

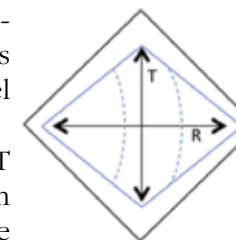
$$\Delta R = 0,131 \times (28-12) \times 120/100 = 2,5 \text{ mm}$$

Retrait tangentiel :

$$\Delta T = 0,275 \times (28-12) \times 120/100 = 5,3 \text{ mm}$$

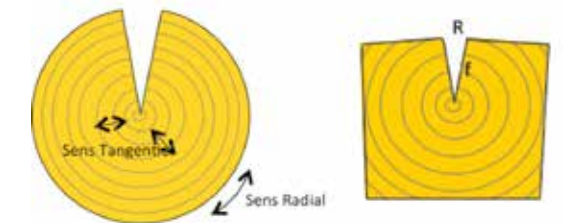
Où 0,131 et 0,275 sont respectivement les coefficients de retrait radial et tangentiel du Niangon.

La diagonale dans le sens T sera plus petite de 2,8 mm et elle donnera une forme de losange à la pièce.



Dans le cas d'un rondin de bois où le cœur de l'arbre est enfermé, alors appelé « cœur enfermé », les différences de retrait radial et tangentiel font que la périphérie de la section tend à réduire de façon plus importante que le rayon. Par conséquent, soit le bois supporte des contraintes de traction perpendiculaire dans le sens tangen-

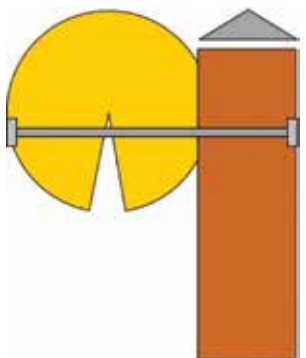
tiel, soit des fentes se produisent pour libérer ces contraintes. La résistance en traction perpendiculaire du bois étant faible, des fentes apparaissent dans la plupart des cas.



Le positionnement des fentes sur les bois ronds est difficilement prévisible. Celles-ci se produisent sur la distance la plus courte entre le cœur et le bord, ou dans les zones les plus fragiles (à proximité des nœuds par exemple). Ces fentes ont en général peu de conséquences sur la résistance mécanique du bois dont le cœur est enfermé (sauf en flexion lorsque la fente est horizontale au niveau des appuis). Les fibres du bois sont dissociées, mais non rompues. En revanche, elles peuvent piéger l'eau et donc faciliter le développement fongique, et elles mettent à nu une partie du bois dont la concentration en produit de traitement est faible, voire inexistante.

Sur les glissières de sécurité routière, une technique préventive consiste à entailler le rondin à mi-bois. Cette entaille, appelée « trait de décharge », libère les contraintes de déformation et limite donc l'apparition de fente dans des zones non souhaitées (au niveau des assemblages par exemple). L'ouverture de l'entaille varie avec les variations d'humidité. Elle est réalisée avant traitement et est orientée en partie basse pour ne pas constituer de piège à eau.

Certains éléments de structure de forte dimension sont reconstitués par collage. Ils sont beaucoup plus homogènes et stables. Les déformations et les risques d'apparition de fentes sont très atténués. Ces produits sont entre autres : le lamellé-collé, le contre-collé, le contreplaqué...



3.9. SÉCHAGE

Le séchage du bois peut être réalisé à travers différents procédés : le séchage naturel et le séchage artificiel.

3.9.1. SÉCHAGE NATUREL

La circulation d'air et éventuellement la chaleur produite par l'énergie solaire, favorisent l'évaporation de l'humidité contenue dans le bois. Afin de faciliter la circulation de l'air entre les sciages, ceux-ci doivent être écartés les uns des autres à l'aide de lattes d'écartement appelées baguettes. Dans la pratique, les sciages sont empilés sur plusieurs rangées (ou lits) et espacés de la hauteur des baguettes placées perpendiculairement à leur longueur. Cette technique de colisage est la plus courante ; elle intègre des notions de ventilation, mais également d'aisance de manutention ou de transport.

La largeur des colis doit rester inférieure à 1,80 m, car sinon la vitesse de circulation de l'air est insuffisante. Les colis sont empilés sur une hauteur limitée par leur stabilité. Si les sciages à coliser sont de différentes longueurs, les plus longues doivent être placées sur la première rangée et par ordre décroissant de taille.

L'épaisseur des baguettes dépend des épaisseurs des bois à sécher. Exemple de préconisation d'épaisseurs de baguettes pour un séchage naturel optimum :

EPAISSEUR DU BOIS (EN MM)	EPAISSEUR DES BAGUETTES (EN MM)	ECARTEMENT DES BAGUETTES (EN CM)
18 à 20	20	30 à 40
20 à 40	25	40 à 50
40 à 50	30	50 à 60
50 à 65	35	70 à 80
65 à 85	40	90
> 85	45	100

Pour qu'un colis reçoive une nouvelle rangée de sciages, les baguettes doivent être disposées exactement au-dessus de celles supportant la rangée précédente. Les extrémités des sciages doivent être supportées sans débord par les

baguettes, afin d'éviter les déformations en flexion durant le séchage et afin de limiter l'apparition de fentes en bois de bout.

D'autres méthodes permettent de réduire les risques de fentes en bout, en appliquant sur les extrémités des sciages un produit anti-fentes (à base de cire microcristalline en émulsion), en clouant des tasseaux ou des feuillards, ou encore en enfonçant des « S », en métal ou en plastique, sur le bout des sciages.

Les sciages doivent être disposés dans chaque rangée avec un espace entre les rives d'au moins 1 cm.

Espacement maximum des baguettes recommandé :

EPAISSEUR DES PLANCHES	SUPÉRIEUR À 50 MM	DE 50 MM À 25 MM	INFÉRIEUR À 25 MM
Bois tendres	1 000 mm	600 mm	300 mm
Bois durs ou ayant tendance à se déformer	600 mm	400 mm	300 mm

Les baguettes doivent être séchées et éventuellement traitées si elles ne sont pas naturellement durables. Elles sont toujours fabriquées dans une essence ne risquant pas de provoquer des taches sur les bois à sécher.

Un des paramètres les plus importants du séchage qu'il convient de maîtriser est l'exposition des colis aux intempéries. Une exposition fréquente à la pluie empêche le bois de sécher et peut favoriser le développement de champignons. À l'inverse, une exposition des bois à la chaleur intense du soleil peut provoquer des déformations ou des fentes. Un stockage sous abri ouvert ou sous une simple tôle à l'extérieur est recommandé pour favoriser le séchage.

Les colis de bois doivent être érigés sur des fondations stables et éventuellement drainées. Le colis inférieur doit être surélevé pour favoriser la ventilation et réduire l'influence de l'humidité au sol. La surélévation doit être au minimum de 40 cm.



▲ Photo 19 : Séchage naturel sur plots © M. Vernay

3.9.2. SÉCHAGE ARTIFICIEL TRADITIONNEL

Le séchage artificiel le plus fréquemment rencontré consiste à placer les colis de bois dans une enceinte où l'humidité, la ventilation et la température sont contrôlées, afin d'optimiser la vitesse de séchage. Les séchoirs se différencient à la fois par le type de ventilation forcée (longitudinale, supérieure ou latérale) et par la technique de chauffage (vapeur, eau chaude, huile chaude, air chaud ou électricité).

ATTENTION : Le terme « étuve » est inapproprié pour désigner un matériel destiné au séchage du bois, car l'étuve vise au contraire à augmenter l'humidité du bois.

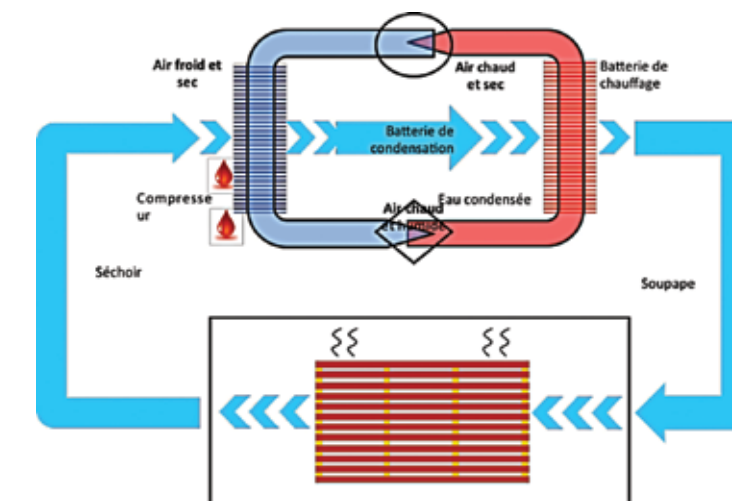
La constitution de la pile s'effectue avec des baguettes de 22 mm d'épaisseur.

Espacement maximum des baguettes :

EPAISSEUR DES SCIAGES	SUPÉRIEUR À 50 MM	DE 50 MM À 25 MM	INFÉRIEUR À 25 MM
Bois durs et tendres	600 mm	300 mm	200 mm
Bois ayant tendance à se déformer	300 mm	200 mm	200 mm

La vitesse optimale de l'air pour sécher la plupart des essences de bois est de 3 mètres par seconde. Le pilotage du séchoir nécessite la mise en place de sondes sur quelques sciages à l'intérieur des colis afin de mesurer l'humidité et la température. En fonction de ces mesures,

les consignes de pilotage du séchoir sont modifiées pour optimiser l'extraction de l'eau jusqu'au taux d'humidité à atteindre. L'eau extraite du bois sous forme de vapeur est éliminée par ventilation pour être ensuite condensée par un système de déshumidification.



▲ Photo 20 : Principe du séchoir © P. Martin, ATIBT

Cas particulier du séchage sous vide
 Lorsque la pression diminue, la température d'évaporation de l'eau diminue également. Ce principe est exploité dans les séchoirs sous vide au moyen d'une cuve en acier dans laquelle on génère une pression subatmosphérique*. La chaleur produite à l'intérieur de la cuve est fournie par la circulation d'eau chaude à l'intérieur de plaques d'aluminium placées entre chaque rangée d'avivés. L'eau contenue dans le bois s'évapore et se condense au contact de la paroi de la cuve, pour être ensuite évacuée à l'extérieur de la cuve.

Ce type de séchoir permet de sécher des petites quantités de bois de façon très rapide. Il présente toutefois quelques inconvénients : plus de manutention, plus d'énergie consommée et un séchage plus hétérogène.

3.10. COLLAGE

Le collage consiste à mettre en contact deux surfaces et à les rendre solidaires de façon pérenne. L'ensemble doit résister aux sollicitations chimiques, physiques et mécaniques auxquelles il sera normalement soumis pendant la durée de vie de l'élément assemblé. Le collage assure une continuité et une excellente répartition des efforts, même si les matériaux en contact sont de natures différentes. Par ce principe, la réalisation de produits collés permet non seulement d'obtenir des éléments de grandes dimensions (section ou longueur), mais aussi d'homogénéiser les propriétés, d'améliorer les performances mécaniques et de stabiliser le comportement du matériau vis-à-vis de l'humidité. Ce processus industriel permet de valoriser les éléments de petites dimensions et d'accroître les rendements matière.

La diversité des colles offre un large éventail de solutions permettant quasiment tous les assemblages. Il convient donc de faire un choix de colle pertinent selon l'usinage prévu et les paramètres de mise en œuvre.

Le choix d'une colle s'effectue selon plusieurs critères :

- les propriétés des bois à coller : densité, état de surface, humidité, retrait, traitement... ;
- le matériel utilisé : atelier, équipement, stockage, encollage, serrage, nettoyage... ;
- le positionnement du bois : bois de bout ou bois de fil et type de débit ;
- la destination des produits : usage structural ou non ;
- la situation de mise en œuvre : intérieur sec ou humide, extérieur abrité ou exposé.

On distingue plusieurs types de colle :

- les colles vinyliques, appelées colles blanches : elles sont destinées à coller les matériaux hydrophiles*. Elles sont constituées de polyacétate de vinyle (ou PVAc) en solution aqueuse
- les colles aminoplastes sont les polymères thermodurcissables*, qui englobent les colles urée-formaldéhyde (UF) et mélamine-formaldéhyde (MF)
- les colles phénoplastes représentées par les colles phénol-formaldéhyde (PF)

- les colles polyuréthanes (PUR), qui sont des colles résistantes à l'eau
- les colles en Emulsion Polymer Isocyanates (EPI) qui sont des adhésifs à deux composants : un polymère contenant des groupements réactifs hydroxyle et un durcisseur qui est un isocyanate spécial protégé. Ces colles sont très résistantes à l'eau

Les colles sont répertoriées en 4 classes selon leur aptitude à résister aux différentes expositions et milieux ambiants (moyennant des conditions de mise en œuvre contrôlées). Deux sous-classes distinguent les colles thermoplastiques* (C) des colles thermodurcissables* (D).

CLASSE	DESTINATION ET MILIEU AMBIANT
D1 ou C1	Intérieur où la température est, occasionnellement et pour peu de temps, supérieure à 50°C et où l'humidité relative du bois n'excède pas 15%.
D2 ou C2	Intérieur en contact avec l'eau de ruissellement ou de condensation occasionnelle pendant un temps court et/ou soumis à une humidité de l'air élevée pendant des périodes limitées, l'humidité relative du bois pouvant atteindre 18%.
D3 ou C3	Intérieur en contact avec l'eau de ruissellement ou de condensation fréquente pendant un temps court et/ou soumis à une humidité de l'air élevée à long terme. Extérieur protégé des intempéries.
D4 ou C4	Intérieur en contact de l'eau de ruissellement ou de condensation importante et fréquente. Extérieur exposé aux intempéries à condition qu'un revêtement de surface adéquat soit appliqué sur l'ouvrage collé.

Certaines essences tropicales peuvent présenter des difficultés de collage en raison de leur densité, de la présence de certains extractibles ou de concrétions dans les vaisseaux du bois, comme par exemple le Doussié, le Framiré ou le Wengé. Les professionnels s'accordent à conseiller vivement de rafraîchir les plans de collage et si nécessaire, de les dégraisser. Pour ce faire, la méthode la plus connue consiste à nettoyer successivement les surfaces à encoller à l'aide d'un chiffon imbibé de white spirit, d'alcool et d'acétone. Le double encollage et le griffage des surfaces favorisent également le transfert* de la colle et améliorent nettement la tenue des plans de collage.

4. LES PRODUITS BOIS D'AFRIQUE CENTRALE

4.1. LES FORÊTS DU BASSIN DU CONGO

Les forêts d'Afrique centrale qui sont situées dans la région du bassin du Congo, abrite le deuxième plus grand massif de forêt tropicale humide au monde, sur une superficie de près de deux millions de km² (Mayaux et al., 1998). Les forêts du bassin du Congo se concentrent sur six pays : le Cameroun, le Gabon, la Guinée Equatoriale, la République Centrafricaine, la République du Congo et la République Démocratique du Congo.

La superficie totale de forêts denses du bassin du Congo est estimée à plus de 160 millions d'hectares et représenterait 10 % de la biodiversité mondiale.

Les forêts d'Afrique centrale appartiennent aux États. Pour une partie du territoire forestier, la gestion forestière est confiée à des concessionnaires, par le biais de concessions forestières de longue durée principalement. Aujourd'hui, ce sont plus de 40 millions d'hectares de concessions forestières

qui sont attribués sur le long terme et qui constituent l'essentiel des forêts de production du bassin du Congo².

Or, le secteur forestier reste l'un des principaux leviers de développement économique en Afrique centrale. Il convient de ne pas perdre de vue la présence grandissante d'opérateurs économiques asiatiques (essentiellement chinois) en Afrique centrale, qui modifie le paysage du secteur bois régional et ouvre des opportunités. Néanmoins, le manque de visibilité des flux import/export Afrique-Asie et Asie-Europe entrave le développement de connexions avec les marchés en Asie, où la certification a déjà étendu ses réseaux : en Malaisie, en Indonésie et en Chine pour PEFC, et au Vietnam, en Chine et, dans une moindre proportion, en Thaïlande pour FSC.



Photo 21 : Image satellite du bassin du Congo © ONFI

Le respect des exigences du RBUE* permettrait la poursuite des relations commerciales avec l'Europe.

Ces forêts sont soumises à des pressions croissantes, qu'il s'agisse de demande en ressources minières et énergétiques, de la croissance démographique, d'urbanisation ou d'infrastructures pour accéder à ces ressources. Ces pressions sont susceptibles d'accélérer la dégradation des forêts, qui font également l'objet de convoitises de la part notamment des agro-industriels du secteur de l'huile de palme. Les capacités de production arrivant à saturation dans les principaux pays producteurs tels que l'Indonésie ou la Malaisie, les multinationales se tournent désormais vers l'Afrique pour satisfaire une demande mondiale d'huile de palme en augmentation constante.

N.B. ces forêts subissent une déforestation dont le taux est nettement inférieur (0,26 %) à ceux de l'Amérique centrale (1,23 %) et de l'Amérique du Sud (0,41 %), et à ceux de l'Asie du Sud et du Sud-Est (0,33 %)³.

À ces problématiques s'ajoute le peu de moyens dont les services des administrations forestières disposent pour garantir un contrôle efficace des activités.

Un accès facilité des bois africains légaux et certifiés aux marchés régionaux et globaux est un moyen de contribuer à la viabilité économique de l'exploitation forestière responsable, ainsi qu'au développement de l'outil industriel. Cette dynamique inciterait les opérateurs forestiers soit à maintenir le processus de certification (de légalité ou de gestion forestière), soit à s'y engager. Si les différents contextes institutionnels, sociaux,

politiques et économiques dans lesquels l'outil certification s'inscrit ont une influence sur les décisions relatives à l'usage de la forêt, le commerce reste un moteur indéniable de l'aménagement durable des forêts tropicales.

4.2. PRODUCTION

Bien que la production de bois en Afrique représente 18 % des volumes mondiaux, le bois d'œuvre ne constitue que 4 % de la production mondiale.

ATTENTION : Les données de production présentées dans ce document ne concernent que l'activité du secteur formel (filiale industrielle principalement).

Il convient de souligner que dans le bassin du Congo, la filière forêt/bois est un moteur de l'économie nationale pour de nombreux pays. Aussi, la part du secteur artisanal et/ou informel est très importante et peut même dépasser celle du secteur formel (voir les études conduites par le CIFOR à ce sujet). Le marché intérieur puise principalement dans ce secteur pour ses approvisionnements en bois.

Parmi les essences produites, l'Okoumé⁴ est la première essence exploitée en Afrique centrale (principalement au Gabon et au Congo). Vient ensuite le Sapelli, dont la production s'étale sur l'ensemble de l'Afrique centrale, et dont le Congo et le Cameroun sont les principaux producteurs. Enfin, l'Ayous⁵ est la troisième essence la plus exploitée et provient essentiellement du Cameroun. Les autres essences sont produites à un niveau plus faible⁶, du fait de leur potentiel

	SURFACES MILLIONS HA	STOCK MILLIARD M ³	PRODUCTION TOTALE MILLIONS M ³	BOIS ÉNERGIE MILLIONS M ³	BOIS D'ŒUVRE MILLIONS M ³
Amérique du Nord	613	68	679	48	631
Amérique du Sud et central	924	139	451	280	171
Europe	203	29	479	107	372
Russie	809	80	191	46	145
Afrique	635	65	654	588	66
Asie et Océanie	767	53	1083	802	281
TOTAL	3951	434	3537	1871	1666

▲ [Source : E. Groutel, WALE 2016]

2 - Verhegghen & Defourny, 2010, in De Wasseige C., de Marcken P., Bayol N. [2010] Les forêts du bassin du Congo - Etat des Forêts 2010.

3 - K. Picquenot et al. [2012] Etude de marché des débouchés des bois tropicaux certifiés sur le marché européen (projet pour l'appui à l'éco-certification des concessions forestières d'Afrique centrale, ECOFORAF, AFD, ATIBT, FFEM).



▲ Photo 22 : Déroulage © B. Demarquez, TEREA



▲ Photo 23 : Sciages © P. Martin, ATIBT

limité (aire de répartition localisée, prix de revient de production trop élevé, essence très peu connue sur les marchés, etc.).

Les dix principaux opérateurs d'Afrique centrale, dont les industries sont soutenues par des capitaux principalement étrangers, réalisent entre 40 et 50 % de la production. L'Observatoire des Forêts d'Afrique Centrale (OFAC) observe que : « les productions du secteur industriel sont essentiellement exportées, le marché local est à l'heure actuelle essentiellement approvisionné par le secteur artisanal. Les opérateurs industriels n'ont qu'une place marginale sur les marchés intérieurs, à quelques exceptions notables près, comme le secteur du contreplaqué en RDC, entièrement tourné vers le marché local. Le marché

régional, sur l'Afrique Centrale tout comme sur le reste du continent, reste également très peu développé ».

S'agissant des produits, les exportations d'Afrique centrale concernent exclusivement des grumes et des produits issus de la première transformation (le sciage). La seconde transformation (production de contreplaqué principalement) est très limitée. Les principales destinations d'exportation pour ces bois d'Afrique centrale sont l'Asie et l'Union Européenne. Avec environ 60 % des volumes exportés sur la période 2005-2008, le marché asiatique a eu tendance à renforcer sa position sur l'année 2009, au cœur de la crise, en dépassant 70 % des volumes exportés (source OFAC). L'Europe consomme beaucoup de contreplaqués originaires du bassin du Congo. Cependant, la majeure partie de ces contreplaqués n'est pas transformée en Afrique, mais en Asie, avant d'être réexportée vers l'Europe.

Comme tant d'autres secteurs, la filière des bois du bassin du Congo a été confrontée à la récession mondiale de 2008-2009. Celle-ci s'est traduite par une brusque baisse du volume de la demande, qui s'est accompagnée d'une baisse des prix, plus importante sur les grumes que sur les sciages.

Selon l'OFAC toujours : « la crise a probablement fait s'évanouir environ un tiers du commerce mondial des bois tropicaux. Les pays de l'UE ont affiché une chute des importations de bois tropicaux de plus de 40 % sur une année (2008-2009) ». Certaines entreprises en Afrique ont subi des pertes financières considérables et les entreprises certifiées n'ont pas été épargnées.

4.3. NIVEAUX DE TRANSFORMATION

Les niveaux de transformation sont des notions couramment utilisées dans la filière bois et ce dans quasiment tous les pays du monde. Mais le nombre de niveaux et leur définition sont très variables selon les régions. Ces définitions ont des conséquences en termes de traçabilité, de déclarations, de statistiques et de fiscalité. Elles

4 - 1,4 millions de m³ grumes produits en 2008

5 - Environ 900 000 m³/an

6 - Ne dépassant pas 200 000 m³/an

sont parfois formalisées par écrit, voire inscrites dans des textes réglementaires nationaux.

Dans la majorité des cas, la filière bois considère trois niveaux de transformation, qui sont indépendants du nombre d'étapes de transformation du produit. Une définition normalisée paraît indispensable pour clarifier le sujet et éviter toute distorsion de concurrence.

Voici une définition des niveaux de transformation pouvant faire l'objet d'un consensus :

- **première transformation** : ensemble de toutes les opérations directement effectuées sur les bois ronds qui permettent d'obtenir un autre produit. Les produits issus de la première transformation sont par exemple les équarris*, les avivés bruts, les plots, les placages tranchés ou déroulés, les bois fendus, les plaquettes, les sciures, les copeaux, la pâte à papier, le bois de feu, le charbon de bois...
- **deuxième transformation** : ensemble des opérations effectuées sur les produits de la première transformation et qui permettent d'obtenir des éléments semi-finis et/ou profilés. Les produits issus de la deuxième transformation sont des produits ayant subi une opération de séchage, de traitement, de rabotage, de moulurage, de collage, etc. Les produits issus de la deuxième transformation sont par exemple les bois traités, les bois séchés artificiellement, les bois rabotés, les bois moulurés, les bois poncés, les lames de bois massif (parquet, bardage, lambri, decking), les pellets, les briquettes...
- **troisième transformation** : ensemble des opérations effectuées sur les produits de la première ou deuxième transformation et qui permettent d'obtenir des produits finis (aucune transformation supplémentaire n'est nécessaire). Les produits issus de la troisième transformation sont par exemple les meubles, les menuiseries, les fermes industrielles, les parquets contrecollés, les tonneaux, les traverses de chemin de fer, les palettes, le papier, le carton...

Exemple d'une chaîne de transformation permettant la production de fenêtres :

1^{ÈRE} TRANSFORMATION :
Scierie produisant les sciages
2^{ÈME} TRANSFORMATION :
Usine de production de carrelets en lamellé-collé
ET 3^{ÈME} TRANSFORMATION :
Menuiserie fabricant les fenêtres à partir de carrelets

Une usine peut regrouper plusieurs niveaux de transformation, comme par exemple le déroulage, le séchage et la fabrication de contreplaqué ou encore le sciage et le profilage de lames de terrasse.

ATTENTION : Lorsque certains pays ne considèrent que deux niveaux de transformation, la première transformation englobe tout ce qui peut être réalisé en scierie, y compris le traitement, le séchage et même le rabotage, et la seconde transformation regroupe toutes les opérations nécessaires à l'obtention des produits semi-finis ou finis. La notion de niveau de transformation comme étape dans le processus global de fabrication d'un produit ne peut pas conduire à un système hiérarchisé. En effet, les étapes sont très nombreuses pour la fabrication de certains produits, et des étapes peuvent ne pas être réalisées sur des produits équivalents. Dans ce sens, la 4^{ème} (ou parfois même 5^{ème}) transformation conduit à des confusions et à une hiérarchisation incohérente. Ce système n'est donc pas recommandé.

4.4. SCIAGES

4.4.1. LE CLASSEMENT D'ASPECT

Lorsque le bois est destiné à la fabrication de menuiseries, de meubles, de parquets ou d'autres produits pour lesquels l'esthétique entre en jeu, l'utilisateur recherche des lots de sciages comportant le moins de défauts possible. Pour répondre à ce besoin, des règles de classement d'aspect du bois ont été définies pour distinguer différentes qualités, également appelées « choix ». Il existe deux modes de classement d'aspect des sciages :

1. Le « Classement Impérial », suivant le nombre de défauts « standards » que la pièce considérée présente en fonction de ses dimensions. Les défauts d'aspect peuvent être des nœuds, des fentes, des poches de résine, des piqûres, de l'aubier*, etc. Certains d'entre eux peuvent être tolérés en nombre et en dimension, et d'autres ne le sont pas quel que soit le choix visé. Il s'agit du classement le plus utilisé en ce moment en Afrique.
2. Le classement par découpes nettes, par lequel on évalue sur la plus mauvaise face de la pièce à classer la proportion de pièces fictives exemptes de défauts qui pourraient y être découpées. Ce pourcentage net de défauts participe à la détermination du choix de la pièce. C'est le principe utilisé notamment dans les règles de classement des Sciages Avivés Tropicaux Africains (SATA).

Le « Classement Impérial » a été pendant très longtemps un classement oral, jusqu'à ce que certains producteurs et importateurs le traduisent sous forme écrite. Les noms des choix sont en langue anglaise : *First and Second, n°1 Common and Select, n°2 Common, Prime...* Bien que ces règles soient apparues avant celles du principe de découpes nettes, elles utilisent les mêmes appellations, ce qui peut prêter à confusion.

4.4.2. LE CLASSEMENT STRUCTUREL

Dans le cadre d'une utilisation du bois en structure (poteaux, poutres, solives, lambourdes, etc.), une justification doit être apportée pour garantir la sécurité de l'ouvrage. Cette justification ne peut être apportée qu'avec les prescriptions des codes de calcul tels que les Eurocodes*. Pour dimensionner des bois de structure dans un ouvrage, il est nécessaire d'en connaître toutes les propriétés mécaniques. C'est à cet effet que la norme EN 338 définit des classes mécaniques (C 14 à C 45 ou D 18 à D 80). Pour prétendre à une classe mécanique, deux options se présentent pour chaque essence : un classement par machine avec un réglage spécifique, ou un classement visuel, tolérant certains défauts.

ATTENTION : Le classement mécanique est indispensable pour le marquage CE des bois de structure.

Pour une même essence, il est possible d'obtenir différentes classes mécaniques selon l'importance des défauts et la règle utilisée. Les différentes règles de classement européennes sont référencées dans la norme EN 1912. La norme européenne EN 16737, qui est spécifique au classement visuel des bois tropicaux, vient de paraître pour uniformiser ce travail.

Etant donné la multitude d'essences tropicales qui peuvent être utilisées en structure, la qualification en laboratoire pour chacune d'elles représente un coût démesuré. Pour répondre aux besoins du marquage CE, le classement mécanique sécuritaire de 72 essences tropicales a été défini dans la norme NF B 52-001 par extrapolation à partir des données du Cirad* (voir annexe 2).

4.4.3. LES SECTIONS COURANTES

Les dimensions contractuelles des sciages s'entendent à une humidité de 20 %. Des surcotes de sciage doivent être prévues pour prendre en compte les retraits dus au séchage jusqu'à 20 % d'humidité. Les sections normalisées dépendent de la règle de classement à laquelle la qualité fait référence. Les épaisseurs les plus courantes sont : 15, 18, 22, 27, 34, 41, 45, 55, 65, 80, 100, 125, 150, 175, 200 et 225 mm. En dessous de 1,80 m de longueur, les bois sont des « Shorts » (coursons). Les longueurs sont des multiples de 25 cm. En dessous de 15 cm de largeur, les bois sont des « Narrows ». Les largeurs sont des multiples de 25 mm.

4.5. PLACAGES

Le placage est le nom donné aux feuilles de bois d'une épaisseur inférieure à 6 mm, obtenues par les opérations de déroulage (total ou semi circulaire), de tranchage ou de sciage. Le placage est principalement destiné à la fabrication de panneaux contreplaqués. Il est aussi utilisé comme revêtement des bois massifs et des panneaux lattés ou agglomérés, ou encore pour la fabrication de poutres lamellées, de lames de parquet ou d'emballage.

Les contreplaqués sont constitués de différents types de placage :

- Face et contre-face : placages destinés respectivement au parement et au contre-parement du panneau

- Intérieurs (fil travers) : plis destinés à la partie intérieure du panneau contreplaqué dont le fil est perpendiculaire aux plis extérieurs
- Âme (fil long) : plis destinés à la partie intérieure du panneau contreplaqué dont le fil est parallèle aux plis extérieurs

Chaque industriel s'adapte aux dimensions de ses machines, mais les dimensions les plus souvent rencontrées sont les suivantes :

LONGUEUR EN CM	LARGEUR EN CM
257	127
257	158
257	175
317	158
317	188

L'humidité de référence est fixée à 10 ± 2 % pour la détermination des dimensions et de leurs tolérances associées, sauf spécification contraire du contrat.

Le classement d'aspect qualifiant des placages déroulés est basé sur la présence, le nombre et l'importance des singularités*. Il se réfère au guide technique pour la commercialisation des placages tropicaux de l'ATIBT et aux normes ISO 2426-1 et -2 (identiques aux normes EN 635-1 et -2) relatives à la définition des singularités* et au classement d'aspect des panneaux de contreplaqué fabriqués à partir d'essences feuillues. Les choix sont au nombre de cinq, par ordre décroissant de qualité : E, I, II, III et IV.

4.6. MARQUAGE CE

L'Union européenne a pris le parti d'harmoniser les réglementations nationales relatives aux produits de construction avec la mise en place de la Réglementation des Produits de Construction (RPC) décrivant les principes du marquage (Communauté Européenne). L'objectif de ce marquage est de responsabiliser les fabricants et les fournisseurs en les obligeant à déclarer les performances des produits de construction faisant l'objet d'une norme harmonisée*, et ainsi de limiter les entraves aux échanges des produits mis sur le marché de l'Union Européenne.

Le marquage CE garantit aux utilisateurs que les

produits de construction sont conformes aux exigences établies pour l'usage prévu, c'est-à-dire qu'ils présentent les caractéristiques nécessaires qui permettront aux ouvrages de construction de satisfaire à sept exigences essentielles :

- Résistance mécanique et stabilité
- Sécurité en cas d'incendie
- Hygiène, santé et environnement
- Sécurité d'utilisation
- Protection contre le bruit
- Economie d'énergie et isolation thermique
- Développement durable

Les normes des produits décrivent les performances à évaluer, leurs mesures, leurs contrôles et les supports destinés à leur affichage pour la commercialisation. La réglementation stipule que le marquage CE ne peut être appliqué que si le producteur dispose d'un système de contrôle de production en usine (CPU), qui s'apparente à « un contrôle interne permanent de la production, effectué par le fabricant ». Enfin, le producteur a pour obligation de respecter le système d'attestation imposé pour le produit (en accord avec son usage) et de marquer CE ses produits (en affichant en plus certaines caractéristiques techniques). Le marquage des produits doit être visible, lisible et indélébile.

Dans la mise en place du marquage CE, plusieurs acteurs interviennent avec des responsabilités différentes :

- Les fabricants (ou mandataires ou importateurs), responsables de la déclaration de performance (DoP) et chargés d'apposer le marquage CE ;
- Les organismes agréés, qui participent à l'attribution du droit au marquage CE en délivrant une certification de conformité au fabricant par le biais d'essais et/ou d'inspections ;
- Les autorités nationales de surveillance ou autorités de contrôle des Etats membres qui sont en charge de superviser la bonne mise en œuvre de la directive.

L'absence de marquage CE relève d'une sanction pénale se traduisant par une contravention et/ou une confiscation des produits. D'autres procédures spécifiques existent pour les produits non traditionnels ou innovants (non décrits par une norme européenne harmonisée).

5. FOCUS SUR LES CERTIFICATIONS FORESTIÈRES ET LA LÉGALITÉ DES BOIS EN AFRIQUE

5.1. LA CERTIFICATION DES BOIS SOUTIEN LA GESTION RESPONSABLE DES FORÊTS EN AFRIQUE

5.1.1. LES DIFFÉRENTES CERTIFICATIONS DE GESTION FORESTIÈRE RESPONSABLE

Présentée comme un moyen de garantir que le bois tropical a été récolté dans le respect de l'environnement et des populations locales, la mise au point de la certification de la gestion forestière a permis une réflexion concertée sur une définition commune de la gestion durable des forêts et sur la façon de l'évaluer sur le terrain. Soutenue par de nombreuses ONG environnementales depuis la conférence de Rio en 1992⁷, la certification est un outil de différenciation sur les marchés du bois. Cet outil permet *in fine* d'informer rapidement le consommateur final, *via* l'apposition d'un label, sur le produit bois certifié afin de le rassurer sur son choix d'achat. La certification repose sur une liste d'exigences organisées selon des normes, qui doivent être respectées par les entreprises candidates à l'obtention du certificat. Un audit est effectué par une tierce partie indépendante et si les actions mises en place sont conformes, un certificat annuel peut être délivré. On trouve deux types distincts de certification appliqués dans le bassin du Congo :

- la certification de gestion forestière, dont les principales marques sont le Forest Stewardship Council (FSC) et le Program for the Endorsement of Forest Certification schemes (PEFC) ;
- la certification de légalité (labels OLB et TLV⁸), qui reprend les principes de traçabilité et se focalise sur le respect des lois appliquées dans le pays de production. Ce type de certification constitue souvent une première étape dans la

démarche de certification progressive vers la gestion forestière responsable.

Dans les trois principaux bassins de forêts tropicales (Asie, Amazonie et Afrique), la certification de gestion forestière la plus répandue est FSC (près de 70 % des superficies certifiées). Le système PEFC est utilisé sur 22 % des superficies certifiées⁹.

Dans les forêts du bassin du Congo, la certification est assez récente : le premier certificat OLB a été délivré en 2004 et le premier certificat FSC a été émis en 2005. Aujourd'hui, tous labels confondus, ce sont environ 20 % de la superficie des concessions forestières attribuées dans le bassin du Congo qui sont certifiées. Plus de 10 % des superficies sont couvertes par le label FSC, avec environ 5,5 millions d'hectares gérés par une dizaine d'entreprises.

De nombreux progrès restent donc à réaliser, car, hormis les grands groupes, peu d'entreprises sont certifiées. Cependant, les cas où les forêts exploitées ne sont pas aménagées sont de plus en plus rares. **Il est fondamental que les certifications gagnent du terrain ; c'est tout l'enjeu de la dynamique impulsée par l'ATIBT et ses membres, à travers le programme marketing en faveur des bois africains certifiés issus de forêts gérées durablement.**

7 - Sommet de la Terre de Rio de Janeiro du 3 juin au 14 juin 1992 sous l'égide de l'Organisation des Nations unies.

8 - Origine et Légalité des Bois (OLB) est développé par Bureau Veritas, tandis que Timber Legality Verification (TLV) est un système développé par Rainforest Alliance

9 - K. Picquenot et al. [2012] Etude de marché des débouchés des bois tropicaux certifiés sur le marché européen [projet pour l'appui à l'éco-certification des concessions forestières d'Afrique centrale, ECOFORAF, AFD, ATIBT, FFEM].

5.1.2. PRINCIPES ET BÉNÉFICES DE LA CERTIFICATION FORESTIÈRE RESPONSABLE EN AFRIQUE CENTRALE

La certification de gestion forestière repose sur un cahier des charges, appelé référentiel, composé de dix principes généraux et de critères à respecter. Ce référentiel est régulièrement révisé en concertation avec les différentes parties prenantes afin d'adapter l'application des critères au terrain et de garantir l'amélioration continue du niveau d'exigence.

Le label FSC est apposé sur les produits issus de forêts certifiées FSC, afin de rendre visibles les efforts engagés par les entreprises forestières. Il signale au public que le produit certifié répond à un cahier des charges transparent, vérifié par des certificateurs indépendants accrédités.



▲ Photo 24 : Marquage et traçabilité des grumes © CIB

Les exigences du FSC portent sur les aspects à la fois économiques, environnementaux et sociaux de la gestion forestière, à l'échelle de l'unité de gestion*. Ce haut niveau d'exigence sur le terrain contraint les entreprises à développer toujours plus de compétences, en collaboration avec les partenaires techniques et le secteur de la recherche. Le partenariat entre PALLISCO et la Zoological Society of London au Cameroun pour le développement concerté d'un programme de gestion de la faune, et le partenariat entre Nature+ et WIJMA Cameroun pour l'enrichissement forestier, en sont deux exemples.

Les pratiques de la gestion forestière certifiée en forêt naturelle tropicale impliquent de nombreux

investissements dans plusieurs domaines :

- **le développement socio-économique à l'échelle locale** : les entreprises forestières certifiées sont de grands pourvoyeurs d'emplois locaux directs et indirects en Afrique centrale. De plus, les entreprises certifiées construisent et mettent à disposition à proximité du lieu de travail, des écoles, des dispensaires et des logements, afin de permettre aux employés, ainsi qu'à leurs familles, d'être logés dans des conditions décentes et d'avoir accès aux soins, à l'eau potable et à l'éducation pour leur famille.
- **le soutien à la bonne gouvernance forestière et à l'application de la loi** dans les pays concernés par le certificat. dans les pays concernés par le certificat. Le premier principe



▲ Photo 25 : Ecole construite par une entreprise FSC © B. Demarquez TERE

du FSC, intitulé « Conformité aux lois et aux Principes du FSC », reconnaît tous les textes juridiques, ainsi que les conventions internationales signées par le pays où la gestion certifiée est mise en œuvre. L'audit indépendant et la mise à disposition des rapports publics assurent la transparence du système.

- **la préservation et la conservation des écosystèmes forestiers, ainsi que de la biodiversité** d'une manière générale. Il s'agit du principe n°9, dédié à la gestion des Hautes Valeurs de Conservation (HVC¹⁰). Depuis plusieurs années, les entreprises ont mis en place des systèmes de gestion et de suivi de ces HVC avec les experts régionaux et interna-

tionaux. Ces dispositifs participent à l'amélioration des connaissances sur la dynamique forestière¹¹. De plus en plus d'entreprises appliquent également les principes de l'Exploitation Forestière à Impact Réduit (EFIR) : protection des zones sensibles (abords des cours d'eau, zones de forte pente), abattage contrôlé, planification des travaux et de la construction des routes, et si nécessaire, enrichissement des trouées d'abattage et reboisement de terres dégradées.

- **l'implication des communautés locales dans la gestion forestière**, via la mise en place de partenariats basés sur des relations de confiance qui permettent une meilleure collaboration dans la mise en œuvre de la conduite du plan d'aménagement et qui s'étale sur une durée assez longue (au moins 30 ans). Par exemple, dans de nombreuses concessions forestières certifiées, le contrôle de la chasse et de la lutte anti-braconnage se font en partenariat avec le comité de chasse villageois et les écocardes.

Cette gestion responsable à grande échelle participe à la préservation des écosystèmes sur le long terme et permet de mettre en relation divers acteurs au sein des processus d'aménagement du territoire et de planification des ressources. Ces éléments sont au cœur de l'approche dite « paysagère » (Landscape), qui contribue, à l'échelle locale, au rapprochement de différents secteurs d'activité (écologie industrielle et cluster) et, à l'échelle nationale, à l'économie du pays (conservation, gestion forestière, agriculture).

Mais la certification reste avant tout un outil commercial. La plus-value du produit certifié doit garantir une viabilité économique de l'activité, tout en prenant en compte les efforts entrepris sur le terrain par les opérateurs. Cette valeur économique accordée aux ressources forestières et aux pratiques de gestion responsable préserve les terres forestières de l'exploitation illégale ou de la conversion en plantations agricoles industrielles. Acheter des bois tropicaux certifiés, c'est donc soutenir des pratiques responsables et participer à la continuité de ces bénéfices socio-environnementaux sur le terrain.



▲ Photo 26 : Piste forestière dans une concession certifiée © M. Leblanc

10 - Concept qui définit plusieurs types de valeurs de forêts à conserver. Exemples : HCV3, aires forestières contenant dans les écosystèmes rares, menacés ou en voie de disparition ; HCV5, Aires forestières fondamentalement nécessaires à la satisfaction des besoins élémentaires des communautés locales.
11 - Les forêts tropicales naturelles sont d'une telle diversité que leur dynamique sur le long terme reste assez peu connue. Les effets sur les écosystèmes des premiers plans d'aménagement mis en œuvre dans les pays doivent être évalués sur une période suffisamment longue pour être significatifs.

5.2. LA LÉGALITÉ ET LA TRAÇABILITÉ DES BOIS EN AFRIQUE

Issus d'une forêt certifiée, les produits certifiés suivent différentes étapes avant d'arriver au consommateur final (récolte forestière, négoce de grumes, transformation en scierie, exportation, négoce, transformation en produits finis, distribution). La chaîne de contrôle, appelée également « *Chain-of-Custody* » (CoC), est un point fondamental dans la traçabilité des produits bois certifiés. La certification de cette chaîne de contrôle garantit au consommateur final que les exigences de traçabilité sont respectées et que le produit bois vendu est issu d'une forêt certifiée. La traçabilité, dans un cadre plus global, est également devenue une condition *sine qua non* sur des marchés exigeants tels que ceux de l'Europe, aujourd'hui régulés par le Règlement Bois de l'Union Européenne (RBUE*). Le RBUE* est entré en application le 3 mars 2013. Il vise à lutter contre le commerce de bois illégal grâce à la mise en œuvre d'une nouvelle stratégie de contrôle et de responsabilité dans le secteur privé, en agissant sur la demande européenne en produits forestiers bois et produits dérivés, à l'exclusion des produits recyclés, des produits de l'édition, du rotin et du bambou. Il fixe les

obligations des opérateurs privés qui mettent du bois et des produits dérivés sur le marché européen : il s'agit de la *due diligence*. Le producteur doit mettre en place une analyse de risque de ses fournisseurs et être en mesure de démontrer que les produits bois qu'il vend sont d'origine légale et que cette origine peut être retracée à partir de sa chaîne d'approvisionnement.

Le producteur disposant d'une chaîne de contrôle certifiée selon un label volontaire reconnu par l'administration forestière du pays producteur peut obtenir un certificat FLEGT* et le fournir à l'importateur pour qu'il puisse justifier la légalité des bois commercialisés.

Ce règlement, adopté dès 2010, s'inscrit dans le cadre du plan d'action FLEGT (*Forest Law Enforcement Governance & Trade*) lancé en 2003 par la Commission Européenne.

Pour ce qui est des pays producteurs africains, la garantie de la traçabilité est un enjeu de taille pour les entreprises, dans le cadre de la mise en œuvre des Accords de Partenariats Volontaires (APV*).

Si la certification constitue une démarche volontaire de la part d'une entreprise en réponse aux exigences des marchés pour des garanties de légalité et de gestion responsable des forêts, des synergies importantes existent entre les APV* FLEGT* et le RBUE*.

PARTIE 2

LE BON EMPLOI DES BOIS AFRICAINS ÉCO-CERTIFIÉS

Les fiches d'ouvrages de ce chapitre sont établies selon une structure commune :

- Définition et rôle
- Sollicitations
- Propriétés requises
- Principes de mise en œuvre
- Durabilité recommandée
- Essences

Les ouvrages sont rassemblés selon 7 groupes, correspondant à des familles d'utilisation. Chaque emploi affiche un niveau d'exigences qui permet de sélectionner les essences les mieux adaptées à chaque situation en service :

1 Structure et panneaux

- 1.1 Structure légère
- 1.2 Lamellé-collé
- 1.3 Carrelet multi-plis
- 1.4 Contreplaqué, face et contre-face
- 1.5 Contreplaqué, plis intérieurs
- 1.6 Placage tranché

2 Menuiserie extérieure (façade de bâtiment)

- 2.1 Bardage et revêtement extérieur
- 2.2 Porte et fenêtre
- 2.3 Claustra et brise-soleil
- 2.4 Fermeture et volet

3 Menuiserie et aménagement intérieur

- 3.1 Parquet
- 3.2 Escalier intérieur
- 3.3 Porte et huisserie
- 3.4 Moulure
- 3.5 Lambris et habillage intérieur
- 3.6 Agencement et ameublement
- 3.7 Mobilier et ébénisterie

4 Aménagement extérieur - Loisir

- 4.1 Escalier extérieur et garde-corps
- 4.2 Terrasse de plain-pied et plage de piscine
- 4.3 Terrasse en élévation, balcon et coursive
- 4.4 Abri, mobilier extérieur et aire de jeux
- 4.5 Portail, panneau brise-vue et brise-vent, pergola

5 Utilisation industrielle et travaux lourds

- 5.1 Travaux hydrauliques en milieu marin immergé
- 5.2 Ouvrage et pont au contact du sol ou de l'eau douce
- 5.3 Ecran acoustique en milieu urbain sur voie ferrée et axe routier
- 5.4 Traverse et bois de calage
- 5.5 Plancher industriel et charpente lourde
- 5.6 Fond de véhicule, wagon et conteneur

6 Construction navale

- 6.1 Bordé et pont de bateau
- 6.2 Aménagement bateau et yachting
- 6.3 Pontons de plaisance

7 Utilisations diverses

- 7.1 Tonnellerie et cuverie
- 7.2 Tournerie, coutellerie et brosse
- 7.3 Manche d'outil
- 7.4 Instrument de musique
- 7.5 Sculpture
- 7.6 Emballages et caisserie

Remarque :

À la demande des producteurs de bois éco-certifiés africains, l'essence *Azelia Pachyloba* (appelée Pachy) est distinguée des autres espèces regroupées sous le nom Doussié dans la nomenclature ATIBT.

1. STRUCTURE ET PANNEAUX

1.1. STRUCTURE LÉGÈRE

DÉFINITION ET RÔLE

On désigne par « charpente » l'ensemble des éléments constituant la structure porteuse d'une toiture, et par « ossature », l'ensemble des pièces porteuses horizontales et verticales d'une construction.

La charpente soutient la couverture, par l'intermédiaire des différents éléments qui la composent : entrait, arbalétrier, poinçon, fiche, panne, chevron... On différencie les charpentes traditionnelles en bois massifs assemblés des charpentes industrielles constituées de planches calibrées de faible épaisseur et assemblées par connecteurs métalliques.

L'ossature comprend généralement : poutre, poteau, solive, lambourde, contreventement...

SOLLICITATIONS

Les sollicitations sont essentiellement mécaniques. La structure supporte directement les charges verticales (poids propre, couverture...), mais aussi les surcharges inhérentes à sa fonction et à sa position dans la construction (exploitation, surcharges climatiques...). Bien que généralement abritées, les structures légères sont soumises à des humidifications légères ou occasionnelles (condensations, embruns...).

PROPRIÉTÉS REQUISES

La résistance mécanique fait l'objet d'un classement selon les prescriptions du « marquage CE » décrites dans la norme EN 14081. Outre ce classement mécanique réalisé au moment du choix des pièces, le bois doit avoir une bonne aptitude à la taille et avoir un bon rapport résistance/densité.

Selon la situation en service et les risques d'exposition aux agents de dégradation biologique, un traitement fongicide insecticide est nécessaire si la durabilité naturelle de l'essence choisie est insuffisante.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Les structures légères sont assemblées mécaniquement sur site. Pour les essences à durabilité insuffisante, les découpes et tailles sur chantier doivent être retraitées. Les charpentes industrielles (fermettes) sont assemblées en usine et simplement mises en place et positionnées sur site. Les prescriptions de mise en œuvre sont décrites de façon spécifique dans les normes NF-DTU 31.1 pour les charpentes traditionnelles, 31.2 pour les ossatures et 31.3 pour les charpentes industrielles.

CLASSE D'EMPLOI

La classe d'emploi 2 est requise dans la plupart des cas. Une exposition plus sévère peut nécessiter une meilleure couverture des risques. De nombreuses essences, par leur durabilité naturelle, couvrent largement la classe d'emploi requise.

ESSENCES

Acajou d'Afrique	Ekaba	Makoré
Akossika	Ekoune	Movingui
Andoung	Etimolé	Naga
Aniégré	Framiré	Niangon
Bété	Gombé	Olon
Bomanga	Iatandza	Onzabili
Bossé clair	Iroko	Safukala
Bossé foncé	Kanda	Sapelli
Dibétou	Kosipo	Sipo
Douka	Koto	Tchitola
Ebiara	Limba	Tiama
	Longhi	Tola



▲ Photo 27 : Charpente © P. Martin, ATIBT

▼ Photo 28 : Poteaux lamellé collé, gare d'Aix en Provence
© M. Vernay

1.2. LAMELLÉ-COLLÉ

DÉFINITION ET RÔLE

Le lamellé-collé est un élément de structure constitué de plusieurs lamelles en bois aboutées et collées sur leurs faces. Cette technique permet d'obtenir des éléments de forte section sans limite de longueur, utilisés dans les ouvrages de grande portée. Elle permet de produire à la demande des poteaux et des poutres droites, cintrées ou à inertie variable. Lorsque les lamelles présentent des propriétés équivalentes, le lamellé-collé est dit homogène. La performance globale d'une poutre peut être améliorée à la fabrication en plaçant des lamelles plus résistantes sur les couches extérieures ; il s'agit alors de lamellé-collé panaché. La classe du bois lamellé-collé se présente sous la forme des deux lettres GL (pour glulam), suivies de la valeur de résistance à la flexion, puis d'une lettre qui indique le type de lamellé-collé : h (homogène) ou c (combiné). Exemple : GL 24 h.

SOLLICITATIONS

Le lamellé-collé assure principalement une fonction mécanique. Généralement abrités, les poteaux et poutres en lamellé-collé sont soumis à des humidifications légères ou occasionnelles (condensations, embruns...).

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les évaluations et les performances du lamellé-collé sont décrites dans la norme EN 14080. Le marquage CE permet d'afficher ses performances. Selon l'exposition et le risque de dégradation biologique, un traitement fongicide insecticide peut être nécessaire si la durabilité naturelle est insuffisante.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Les applications possibles du lamellé-collé couvrent un large panel de structures (poteaux,



poutres, madriers, charpentes...), ainsi que des produits d'agencement et de décoration (poutres-caissons, structures de mezzanine, menuiseries, escaliers, marches, plateaux, plans, façades de mobilier...).

Pour les essences à durabilité insuffisante, les découpes et les tailles sur chantier doivent être re-traitées. Les prescriptions de mise en œuvre sont décrites de façon spécifique dans les normes NF-DTU 31.1 « charpentes traditionnelles », 31.2 « ossatures » et 31.3 « charpentes industrielles ».

CLASSE D'EMPLOI

La classe d'emploi 2 est requise dans la plupart des cas. Une exposition plus sévère peut nécessiter une meilleure couverture des risques pour les classes d'emploi 3 et 4.

ESSENCES

Akossika	Iatandza	Olon
Aniégré	Iroko	Sipo
Bété	Kanda	Tchitola
Bomanga	Kosipo	Tola
Dabéma	Limba	
Ekaba	Longhi	
Etimoé	Movingui	
Framiré	Naga	

1.3. CARRELET MULTI-PLIS

DÉFINITION ET RÔLE

Le carrelet lamellé-collé (ou carrelet multi-plis) est un produit généralement composé de 3 lamelles de bois aboutées ou non, et collées sur leurs faces. Il peut être constitué de 2, 4, 5, 7, 9 ou 11 plis. Les plis extérieurs sont appelés face et contre-face, les plis intérieurs sont dits intermédiaires ou médians.

Il existe sur le marché plusieurs types de produits constitués de trois plis, notamment :

- KKK : Trois plis aboutés, aboutage sur la face.
- DKK : Deux plis aboutés et un pli en face massif
- DKD : Deux plis extérieurs massifs et pli médian abouté
- AKA : Deux plis extérieurs massifs premium et classés par coloris avec un pli médian abouté

Signification des abréviations :
K = *Keilgezinkte* Lamelle / Lamelle aboutée ;
D = *Durchgehende* Lamelle / Lamelle entière ;
A = premium

Il n'existe pas de dimensions standard normalisées, cependant les dimensions les plus courantes sont :

- Longueur : de 60 cm à 6 m
- Largeur en mm : 65 ; 75 ; 86 ; 95 ; 105 ; 115 ; 120 ; 125 ; 145
- Epaisseur en mm : 63 ; 72 ; 84 ; 96

SOLLICITATIONS

Les carrelets sont essentiellement utilisés pour la fabrication des menuiseries. En outre, les carrelets en service peuvent subir des variations de température et d'hygrométrie importantes. Les plans de collage peuvent être exposés aux intempéries.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les carrelets doivent être stables dimensionnellement, et garantir une bonne tenue des finitions. Ils doivent être aptes à recevoir des

assemblages mécaniques sans risque d'altération dans le temps.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Les carrelets multi-plis sont élaborés pour la réalisation de produits finis. Pour les ouvrages abrités les colles D3 et C3 suffisent, et pour les ouvrages exposés aux intempéries les colles D4 sont nécessaires (voir § 2.10 Collage).

CLASSE D'EMPLOI

Selon l'usage, la classe d'emploi requise varie entre 1 et 3.



▲ Photo 29 : Carrelets multiplis © P. Martin, ATIBT

ESSENCES

Bossé clair	Okoumé
Bossé foncé	Sapelli
Igaganga	Sipo
Kosipo	Tiama

1.4. CONTREPLAQUÉ, FACE ET CONTRE-FACE

DÉFINITION ET RÔLE

Le contreplaqué est un panneau constitué de placages obtenus par déroulage ou tranchage. Les placages sont encollés et empilés en croisant le sens des fibres à 90° de chaque couche par rapport à la précédente, puis pressés durant la polymérisation de la colle. Les couches sont appelées des plis.

Les plis intérieurs et extérieurs sont toujours disposés symétriquement de part et d'autre d'un pli central, de façon à obtenir un panneau orthotrope*. Les plis extérieurs qui constituent la surface apparente du contreplaqué correspondent aux faces et contre-faces. Commercialement, un contreplaqué est désigné par l'essence de bois qui constitue les faces extérieures (par exemple contreplaqué faces Okoumé).

SOLLICITATIONS

Les plis extérieurs assurent l'esthétique des contreplaqués. Leur aspect, leur aptitude à recevoir une finition et leur durabilité conférée sont donc des facteurs prépondérants dans le choix de l'essence.



▲ Photo 30 : Différentes compositions de contreplaqué
© M. Vernay



▲ Photo 31 : Face et contreface de contreplaqué
© M. Vernay

PROPRIÉTÉS REQUISES

La performance des plans de collage au moment de la fabrication des panneaux est qualifiée en fonction de leur résistance à l'humidification (voir § 2.10 Collage). Toutes les essences aptes à la réalisation des placages et au collage conviennent à la fabrication du contreplaqué. Seules certaines applications, dans lesquelles des critères de durabilité ou de résistance mécanique élevée sont recherchés, nécessitent un choix d'essences adaptées. Les exigences sont définies dans la norme EN 636. La qualité d'aspect des faces (plis extérieurs) est adaptée à l'usage. Les panneaux peuvent être classés en fonction de la nature de l'essence et de la présence de défauts sur les faces. Pour certains contreplaqués techniques, l'aspect des faces est défini par la norme EN 635. Le classement général d'aspect s'effectue selon le « Guide technique pour la commercialisation des placages tropicaux » de l'ATIBT.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Les panneaux destinés à des utilisations intérieures ne présentent pas de contraintes particulières lors de la mise en œuvre.

CLASSE D'EMPLOI

La qualité du collage et le traitement appliqué aux placages permettent d'obtenir des panneaux susceptibles d'être mis en œuvre dans les quatre principales classes d'emploi (classe 1 à classe 4).

ESSENCES

Abura	Ekaba	Lotofa
Acajou	Ekoune	Makoré
d'Afrique	Etimolé	Moabi
Aiélé	Eyong	Movingui
Ako	Framiré	Naga
Akossika	Gombé	Niangon
Andoung	Iatandza	Okoumé
Aniégré	Igaganga	Olon
Ayous	Ilomba	Onzabili
Bété	Iroko	Ozigo
Bomanga	Kanda	Safukala
Bossé clair	Kondroti	Sapelli
Bossé foncé	Kosipo	Sipo
Dabéma	Kotibé	Tchitola
Diania	Koto	Tiama
Dibétou	Landa	Tola
Douka	Limba	
Ebiara	Longhi	

1.5. CONTREPLAQUÉ, PLS INTÉRIEURS

DÉFINITION ET RÔLE

Le contreplaqué est un matériau constitué de feuilles de bois disposées en plusieurs couches. Ces feuilles, appelées « plis », sont collées sous pression les unes sur les autres. Les plis sont obtenus à partir d'opérations de déroulage ou de tranchage.

Hormis les faces visibles du contreplaqué, dits plis extérieurs, le panneau est constitué de plis intérieurs. Chaque panneau est constitué d'un pli central, ou pli médian, appelé âme. Les autres plis sont disposés de part et d'autre de façon symétrique. Les plis intérieurs non visibles permettent l'utilisation d'essences beaucoup moins nobles que pour les faces. Les bois blancs, légers ou présentant quelques défauts sont généralement employés pour cette fonction.

SOLLICITATIONS

Les plis intérieurs interviennent principalement dans les performances mécaniques des contreplaqués. Les charges qu'ils peuvent supporter sont soit perpendiculaires au panneau, soit dans le plan du panneau (contreventement). Ils sont utilisés dans de nombreux domaines intérieurs comme extérieurs et exposés à une humidité ambiante très variable.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Comme pour les faces et contre-faces des contreplaqués, la qualité du collage, la durabilité des essences de bois constituant les plis et la composition des panneaux constituent les principaux critères susceptibles de modifier les propriétés des panneaux. Les plis intérieurs n'étant pas visibles, leur aspect est de moindre importance tant que les défauts n'affectent pas les propriétés mécaniques.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Les panneaux destinés à des utilisations intérieures ne présentent pas de contraintes particulières lors de la mise en œuvre. Les panneaux contreplaqués destinés à des usages extérieurs

ou mis en œuvre dans des milieux humides doivent répondre aux exigences de la norme EN 636.

CLASSE D'EMPLOI

Sous réserve d'imprégnabilité* et d'un traitement fongicide insecticide adapté, les essences destinées à être mises en œuvre pour les plis intérieurs des contreplaqués peuvent être utilisées dans les différentes classes d'emploi.

ESSENCES

Abura	Emien	Landa
Aiélé	Essessang	Limba
Ako	Etimolé	Lotofa
Andoung	Faro	Makoré
Aniégré	Framiré	Moabi
Ayous	Fuma	Okoumé
Bomanga	Gombé	Olon
Bossé clair	Iatandza	Onzabili
Bossé foncé	Igaganga	Ozigo
Dabéma	Ilomba	Safukala
Diania	Iroko	Sapelli
Douka	Kanda	Tchitola
Ekaba	Kondroti	Tola
Ekoune	Kotibé	



▲ Photo 32 : Placage épais pour âme de contreplaqué
© M. Vernay

1.6. PLACAGE TRANCHÉ

DÉFINITION ET RÔLE

Placages obtenus par tranchage, ou à l'aide de toute machine capable de réaliser des débits de faible épaisseur. Ces placages sont débités sur quartier, sur faux quartier ou sur dosse. Ils sont destinés à la décoration, à l'ameublement, à la parqueterie, au nautisme, à la menuiserie industrielle, au panneautage industriel ou décoratif, et à la marqueterie. Les épaisseurs des placages varient entre 6/10^{ème} et 3 mm d'épaisseur.

SOLLICITATIONS

Les principales contraintes de fabrication apparaissent lors du séchage et du massicotage.

PROPRIÉTÉS REQUISES

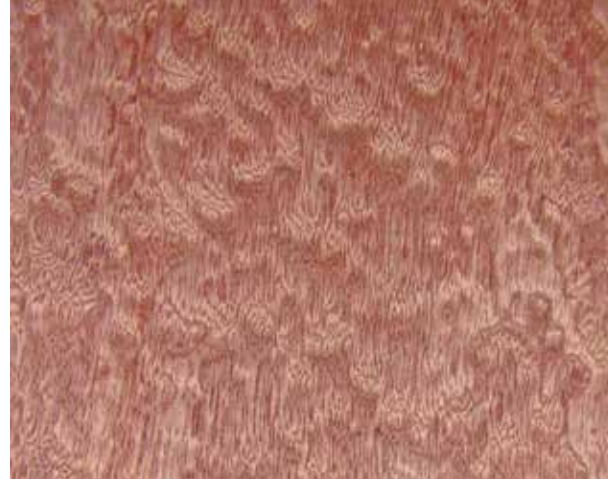
La vocation des placages relève purement de l'aspect décoratif et concerne l'orientation des débits par rapport à la structure du bois. Selon les essences, le débit sur quartier permet d'obtenir une maillure ou un rubanage particuliers à partir des bois contrefilés. Les irrégularités de fil permettent également d'obtenir différentes figurations : ondé, moiré, drapé, moucheté, chenillé ou pommelé. Les singularités* de type loupe, broussin ou ronce sont particulièrement recherchées pour la production de placage décoratif.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Compte tenu de leur fragilité, les placages sont stockés dans des milieux conditionnés afin de limiter les risques de fentes ou de dégradation. La dessiccation est le principal ennemi des placages avant la mise en œuvre. La préparation, le découpage et le collage des placages relèvent de techniques spécifiques à la marqueterie.

CLASSE D'EMPLOI

Pour les utilisations en ébénisterie et en décoration, les classes d'emploi 1 et 2 sont suffisantes.



▲ Photo 33 : Placage tranché pommelé et rubané ©M. Vernay

ESSENCES

Abura	Difou	Mambodé
Acajou	Douka	Moabi
Cailcédrat	Doussié	Movingui
Acajou	Ebiara	Mukulungu
d'Afrique	Ekoune	Mutenyé
Afrormosia	Essia	Naga
Aiélé	Etimocé	Niangon
Ako	Eyong	Niové
Akossika	Eyoum	Okoumé
Andoung	Faro	Olon
Angueuk	Framiré	Olonvogo
Aniégré	Gombé	Onzabili
Avodiré	Iatandza	Ovéngkol
Awoura	Igaganga	Pachy
Ayous	Iroko	Padouk
Bété	Izombé	d'Afrique
Bilinga	Kanda	Pao rosa
Bodioa	Kosipo	Sapelli
Bomanga	Kotibé	Sipo
Bossé clair	Koto	Tchitola
Bossé foncé	Landa	Tiama
Bubinga	Lati	Tola
Cordia	Limba	Wengé
d'Afrique	Longhi	Zingana
Diania	Lotofa	
Dibétou	Makoré	

2. MENUISERIE EXTÉRIEURE (FAÇADE DE BÂTIMENT)

2.1. BARDAGE ET REVÊTEMENT EXTÉRIEUR

DÉFINITION ET RÔLE

Le bardage est un habillage de façade extérieure constitué de lames de bois massif, profilées ou non, fixées mécaniquement sur une ossature. Il assure la protection des façades et contribue à l'isolation thermique des bâtiments, tout en constituant un parement esthétique capable de résister aux agressions extérieures.

SOLLICITATIONS

Ces revêtements sont de type autoporteur et ne subissent pas de sollicitations mécaniques particulières. Les sollicitations climatiques sont différentes selon l'orientation des façades et ont une incidence sur l'entretien ultérieur.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les lames de bardage sont des produits devant être marqués CE selon les prescriptions de la norme EN 14915. Cet emploi nécessite des bois d'une bonne stabilité. Les critères de fabrication imposent de respecter une largeur exposée de lame qui doit rester inférieure à 7,5 fois son épaisseur, voir norme EN 13647. Le profil des lames des bois feuillus doit être conforme aux prescriptions de la norme EN 14951.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

La pose de bardages s'effectue selon les prescriptions de la norme NF-DTU 41.2. La plupart des essences nécessitent la réalisation d'un pré-perçage pour leurs fixations. La mise en œuvre doit respecter des règles d'espacement à la pose pour éviter les phénomènes de fluage et de déformation.

CLASSE D'EMPLOI

La classe d'emploi 3 est requise dans la plupart des cas.

ESSENCES

Acajou	Ekoune	Mukulungu
d'Afrique	Etimocé	Niangon
Afrormosia	Eyoum	Niové
Bilinga	Framiré	Osanga
Bossé clair	Iatandza	Ovéngkol
Bossé foncé	Ilomba	Pachy
Dabéma	Kanda	Tchitola
Difou	Kosipo	Tiama
Douka	Landa	Tola
Doussié	Limballi	Wengé
Ebiara	Makoré	
Ekaba	Movingui	



▲ Photo 34 : Aménagement de façade en bardage bois © M. Vernay



▲ Photo 35 : Aménagement de coursive en bardage bois © M. Vernay

2.2. PORTE ET FENÊTRE

DÉFINITION ET RÔLE

Les portes et les fenêtres sont un ensemble menuisé assurant le passage et la fermeture entre l'intérieur et l'extérieur d'une construction. Les menuiseries sont composées d'une huisserie (dormant) recevant un bloc porte, porte-fenêtre ou fenêtre. Le dormant qui assure la liaison entre l'ouvrant et le mur porte le nom de châssis.

SOLLICITATIONS

Une menuiserie extérieure est exposée, par sa position, à deux ambiances climatiques différentes. Les faces des vantaux et des huisseries sont soumises à des variations d'humidité et de température différentes entre l'intérieur et l'extérieur. Les ouvrants sont mécaniquement sollicités lors des opérations d'ouverture/fermeture et sont soumis aux actions du vent.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Ces ensembles sont caractérisés par une évaluation de leur étanchéité à l'air et à l'eau, et de leur isolation thermique et acoustique. Commercialement, deux choix qualitatifs sont proposés selon le type de finition envisagé : transparente ou opaque. Les évaluations et les performances des portes et fenêtres sont décrites dans la norme EN 14351 ; le marquage CE permet d'afficher leurs performances.

En France, le classement « AEV » fournit les caractéristiques des menuiseries : perméabilité à l'air, étanchéité à l'eau et résistance au vent.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Le document de référence pour la mise en œuvre des menuiseries extérieures est la norme NF-DTU 36.1.

CLASSE D'EMPLOI

La classe d'emploi requise pour les menuiseries varie de la classe 3, en situation exposée aux intempéries, à la classe d'emploi 2, pour les situations abritées.

ESSENCES

Acajou	Ebiara	Makoré
d'Afrique	Ekaba	Mambodé
Afrormosia	Ekoune	Moabi
Andoung	Etimoé	Movingui
Angueuk	Eyoum	Niangon
Bété	Framiré	Niové
Bodioa	Gombé	Osanga
Bossé clair	Iatandza	Ovéngkol
Bossé foncé	Iroko	Pachy
Bubinga	Izombé	Sapelli
Cordia	Kanda	Sipo
d'Afrique	Kosipo	Tchitola
Difou	Kotibé	Tiama
Douka	Landa	Tola
Doussié	Limbali	Wengé

▼ Photo 36 : Fenêtre à deux vantaux
© V. Pasquet, Menuiseries PASQUET



▲ Photo 37 : Porte fenêtre à deux vantaux
© V. Pasquet, Menuiseries PASQUET

2.3. CLAUSTRA ET BRISE-SOLEIL

DÉFINITION ET RÔLE

Le claustra est une disposition constructive verticale qui permet de clôturer un espace, de le séparer ou de le diviser. Le claustra est un assemblage ajouré qui permet à la lumière et à l'air de circuler.

Le brise-soleil est un dispositif horizontal ou vertical ajouré destiné à filtrer la lumière sur une façade ou sur une surface au sol.

SOLLICITATIONS

Dans les cas du brise-soleil, le bois est soumis directement aux intempéries. Selon le système de pose, le brise-soleil est soumis au fluage* de son poids propre et aux effets de l'alternance d'humidifications et de chocs thermiques. Le claustra est un ensemble menuisé rigide qui doit résister aux intempéries et rester stable.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Pour ce type de produit, les qualités essentiellement attendues du bois sont la stabilité et la durabilité. Les bois présentant une densité moyenne et un faible risque de gerce* sont privilégiés.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre doit permettre les mouvements de retrait et gonflement aux éléments de forte largeur, sans nuire à l'esthétique et à la solidité des ouvrages. Les assemblages doivent limiter au maximum l'infiltration d'eau. La distance de fixation entre les appuis doit être correctement définie pour limiter les risques de fluage.

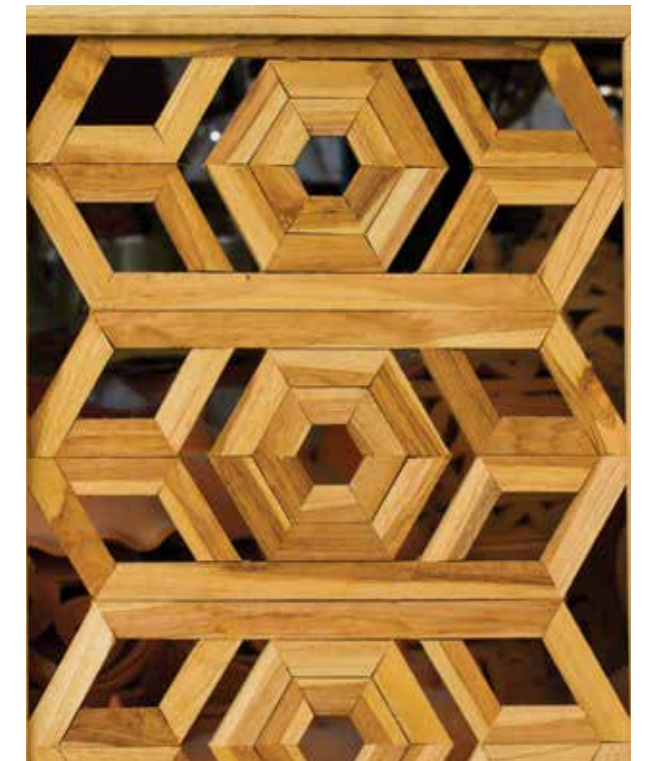
CLASSE D'EMPLOI

La classe d'emploi 3 est requise en cas de parfait drainage ou classe 4 en cas d'exposition prolongée à l'humidité.

ESSENCES

Bété	Izombé	Osanga
Bossé clair	Kanda	Pachy
Bossé foncé	Limbali	Padouk
Difou	Lotofa	d'Afrique
Douka	Makoré	Tola
Doussié	Moabi	
Iroko	Niangon	

▼ Photo 38 : Claustra de séparation
© kai4107



▲ Photo 39 : Façade brise soleil en Iroko
© M. Vernay

2.4. FERMETURE ET VOLET

DÉFINITION ET RÔLE

Les fermetures et les volets sont des éléments de fermeture mobiles qui protègent les baies dans les façades. Les volets en bois sont en général de deux types : à lames pleines ou à lames persiennées. Les volets complètent les menuiseries extérieures sur les façades des bâtiments. Ils constituent des éléments de sécurité en apportant une protection contre l'accès et la vue depuis l'extérieur des bâtiments. Les volets permettent également de réguler l'aération, la ventilation et la lumière. Par leur position extérieure dans les baies, ils protègent également les menuiseries.

SOLLICITATIONS

Les volets sont soumis à une alternance d'humidification et de séchage sur les faces de façon inégale en fonction de l'orientation des façades et de la position des volets. Les volets ne doivent pas se déformer sous leur propre poids.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les volets doivent être résistants pour jouer leur rôle de protection. Ils doivent protéger les menuiseries des intempéries sans risque de déformation. Les phénomènes de retrait et gonflement doivent être maîtrisés. Le bois ne doit pas être trop dense pour des raisons de commodité et de résistance à l'usage des organes de fixation et de rotation.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Le bois constituant les lames est profilé de façon à assurer un assemblage étanche, capable en même temps d'absorber les phénomènes de retrait et gonflement. La rigidité et l'équerrage des panneaux doivent être parfaits afin d'éviter les affaissements. Le ruissellement de l'eau sur les façades ne doit pas provoquer d'infiltration, aussi la partie supérieure des volets doit être protégée par un dispositif ou un assemblage efficace. Le montage avec montants et traverses, ou avec barres et écharpes doit assurer la rigidité et la planéité des battants. La protection du bois peut être assurée par une finition avec un entretien régulier.

CLASSE D'EMPLOI

La classe d'emploi 3 est représentative de ces ouvrages qui, par leur position, sont exposés aux intempéries, mais ont la possibilité de sécher entre deux humidifications successives.

ESSENCES

Acajou d'Afrique	Ekaba	Makoré
Afrormosia	Ekoune	Mambodé
Andoung	Etimolé	Movingui
Bété	Framiré	Niangon
Bossé clair	Gombé	Sapelli
Bossé foncé	Iatandza	Sipo
Cordia d'Afrique	Iroko	Tchitola
Douka	Izombé	Tiama
Ebiara	Kanda	Tola
	Kosipo	
	Landa	

▼ Photo 40 : Volets persiennés
© V. Pasquet, Menuiseries PASQUET



▲ Photo 41 : Volets pleins © M. Vernay

3. MENUISERIE ET AMÉNAGEMENT INTÉRIEURS

CLASSE D'EMPLOI

Les exigences pour cet emploi relèvent à minima de la classe d'emploi 2.

ESSENCES

Acajou	Eyong	Mukulungu
Cailcédrat	Eyoum	Mutenyé
Afrormosia	Framiré	Naga
Akossika	Iatandza	Niangon
Andoung	Igaganga	Niové
Awoura	Iroko	Okan
Bété	Izombé	Osanga
Bilinga	Kanda	Ossoko
Bomanga	Kosipo	Ovéngkol
Bossé clair	Kotibé	Ozigo
Bossé foncé	Landa	Ozouga
Bubinga	Lati	Pachy
Diania	Longhi	Padouk d'Afrique
Difou	Lotofa	Safukala
Douka	Makoré	Sapelli
Doussié	Mambodé	Tiama
Ebiara	Moabi	Wengé
Etimolé	Movingui	

3.1. PARQUET

DÉFINITION ET RÔLE

Un parquet est un ensemble des lames constituant un revêtement de sol en bois d'une construction. Différents types de parquet se distinguent par leur composition (massif ou contrecollé) et par leur présentation (monolame ou multilame).

SOLLICITATIONS

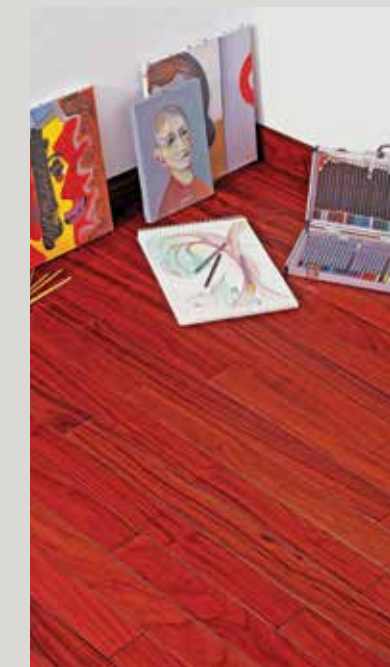
Le plancher doit supporter les charges d'exploitation classiques, le poinçonnement* et les ré-humidifications occasionnelles. Les règles françaises définissent plusieurs classes d'usage liées à la fréquentation et à l'intensité de service sur ces revêtements.

PROPRIÉTÉS REQUISES

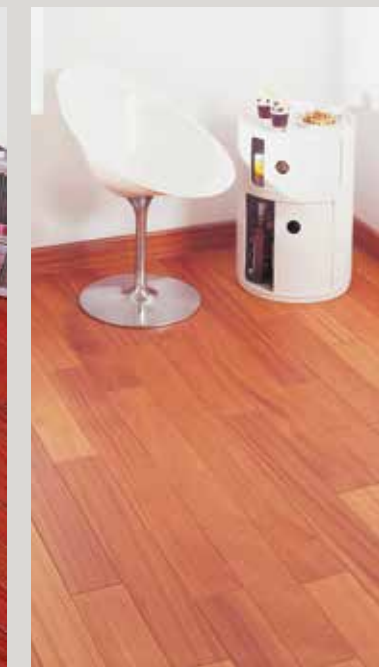
Les parquets massifs sont d'une épaisseur variant de 12 à 23 mm, et les lames ou panneaux contrecollés présentent une couche de parement d'au moins 2,5 mm d'épaisseur correspondant à la couche d'usure. Le choix du parquet doit être défini en fonction du type d'usage (voir § 2.2 Dureté). Les bois d'Afrique couvrent principalement les deux classes de dureté supérieure. Les lames de parquet en bois sont des produits devant être marqués CE selon les prescriptions de l'une des normes suivantes : EN 13226, EN 13228, EN 13629 et EN 13990.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Les lames de parquet peuvent être clouées, collées ou posées de façon flottante. Les prescriptions de mise en œuvre sont décrites dans les DTU respectifs : 51.1, 51.2 et 51.11.



▲ Photo 42 : Parquets
© Y. Panaget, DESIGN PARQUET



▲ Photo 43 : Parquets
© Y. Panaget, DESIGN PARQUET

3.2. ESCALIER INTÉRIEUR

DÉFINITION ET RÔLE

Un escalier intérieur est un ensemble constructif assemblé et constitué d'une suite de marches permettant de relier deux niveaux différents. Sa structure est soit intégrée au mur qui le supporte, soit autoportante. L'escalier est généralement composé de limons, de marches, de contremarches et de rampes.

SOLLICITATIONS

L'escalier reçoit une charge ponctuelle, mobile et variable selon l'intensité du passage. Les marches doivent présenter une bonne résistance au poinçonnement* et à l'usure par frottement.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les bois requis pour la fabrication d'escaliers doivent être stables, performant mécaniquement et d'une bonne dureté. L'état de surface doit être antidérapant en toute circonstance.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Les escaliers et garde-corps font l'objet de règles de construction décrites dans la norme NF-DTU 36.3. Les systèmes d'assemblage doivent présenter une bonne résistance mécanique.

CLASSE D'EMPLOI

Tous les éléments sont du ressort de la classe d'emploi 2.

ESSENCES

Acajou	Iatandza	Movingui
Cailcédrat	Igaganga	Mutenyé
Afrormosia	Iroko	Naga
Akossika	Izombé	Niangon
Andoung	Kanda	Niové
Awoura	Kosipo	Osanga
Bomanga	Kotibé	Ovéngkol
Bubinga	Landa	Ozigo
Diania	Limba	Pachy
Difou	Limbali	Padouk
Douka	Longhi	d'Afrique
Doussié	Lotofa	Sapelli
Ebiara	Makoré	Sipo
Etimolé	Mambodé	Tiama
Framiré	Moabi	



▲ Photo 44 : Escalier © P. Garcia, MD CREATION

3.3. PORTE ET HUISSERIE

DÉFINITION ET RÔLE

Les portes sont des ouvertures ou baies permettant la communication et le déplacement à l'intérieur de locaux ou de bâtiments. Ces baies sont munies d'un dispositif de fermeture composé d'un bâti dormant et elles peuvent recevoir une porte. Ces ouvrages peuvent comporter un ou plusieurs vantaux fixés sur des organes de rotation. Les huisseries, également appelées châssis, constituent les cadres soutenant et recevant ces vantaux. Elles assurent la liaison entre la porte et la cloison ou le mur.

SOLLICITATIONS

Les huisseries reçoivent sur leur montant les organes de fixation (paumelles ou charnières) des vantaux qu'elles soutiennent. Les vantaux sont des éléments qui doivent assurer essentiellement l'étanchéité à l'air et au bruit. Dans certains cas bien précis, les portes peuvent être exigées « coupe-feu » ou « pare-flamme » ; la densité du bois utilisé revêt alors une grande importance.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Le bois des huisseries peut répondre à deux choix qualitatifs différents selon qu'il s'agit de menuiseries apparentes ou recouvertes d'une finition opaque. Le choix de l'essence peut être purement esthétique, selon l'option constructive retenue. Le choix « menuiserie » ou son équivalent est requis pour les portes réalisées en bois massif. De nombreuses portes sont construites en contreplaqué pour la réalisation des panneaux.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre des menuiseries intérieures est décrite dans la norme NF-DTU 36.2. Le terme huisserie englobe tout ce qui concerne l'habillage et le gainage intérieurs : cadres, pré-cadres, châssis, bâtis, contre-bâtis et dormants. Les vantaux, ou portes, sont les éléments mobiles destinés à assurer la fermeture du passage. Les éléments doivent donc être ajustés avec précision.

CLASSE D'EMPLOI

Les huisseries sont en classe d'emploi 2 afin de tenir compte du risque d'humidification accidentel des parties au contact du sol. Les portes inté-

rieures peuvent être réalisées avec des bois de faible durabilité, admis pour la classe d'emploi 1.

ESSENCES

Abura	Douka	Makoré
Acajou	Doussié	Mambodé
Cailcédrat	Ebiara	Moabi
Acajou	Ekaba	Movingui
d'Afrique	Ekoune	Mutenyé
Afrormosia	Emien	Naga
Aiélé	Etimolé	Niangon
Ako	Eyong	Niové
Akossika	Faro	Okoumé
Andoung	Framiré	Olon
Angueuk	Gombé	Olonvogo
Aniégré	Iatandza	Onzabili
Avodiré	Igaganga	Osanga
Awoura	Ilomba	Ossoko
Ayous	Iroko	Ovéngkol
Bété	Izombé	Ozigo
Bilinga	Kanda	Pachy
Bodioa	Kondroti	Padouk
Bomanga	Kosipo	d'Afrique
Bossé clair	Kotibé	Safukala
Bossé foncé	Koto	Sapelli
Bubinga	Landa	Sipo
Cordia	Lati	Tchitola
d'Afrique	Limba	Tiama
Diania	Limbali	Tola
Dibétou	Longhi	Wengé
Difou	Lotofa	



▲ Photo 45 : Porte intérieur © V. Pasquet, Menuiseries PASQUET

3.4. MOULURE

DÉFINITION ET RÔLE

La moulure correspond à une latte de bois sur laquelle a été réalisé un profil, dans un but esthétique. La moulure entre dans la composition des cadres, des encadrements, des habillages de panneaux et de divers couvre-joints.

SOLLICITATIONS

Une moulure est, par sa position, peu sollicitée physiquement et mécaniquement. Une moulure n'est normalement pas exposée à l'humidité. Seul un traitement insecticide peut être envisagé pour les bois les plus sensibles en cas de risque avéré dans certaines expositions.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Le bois doit présenter un parfait état de surface après son passage en moulurière. Il doit être droit de fil et ne pas avoir de fibres susceptibles de se relever. La moulure doit être facile à poncer et avoir une bonne aptitude aux finitions teintées, vernies ou peintes. Les bois à grain fin fournissent le meilleur aspect de surface et le meilleur poli.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

La moulure est commercialisée dans des longueurs standards destinées à être recoupées. Pour les travaux d'encadrement, la moulure est le plus souvent recoupée à coupe d'onglet.

CLASSE D'EMPLOI

La plupart des essences destinées à la réalisation de moulures sont de faible durabilité, voire non durable, vis-à-vis des principaux agents de dégradation biologique. Un traitement insecticide peut s'avérer nécessaire en cas de risque. La classe d'emploi 1 est acceptée pour les moulures.

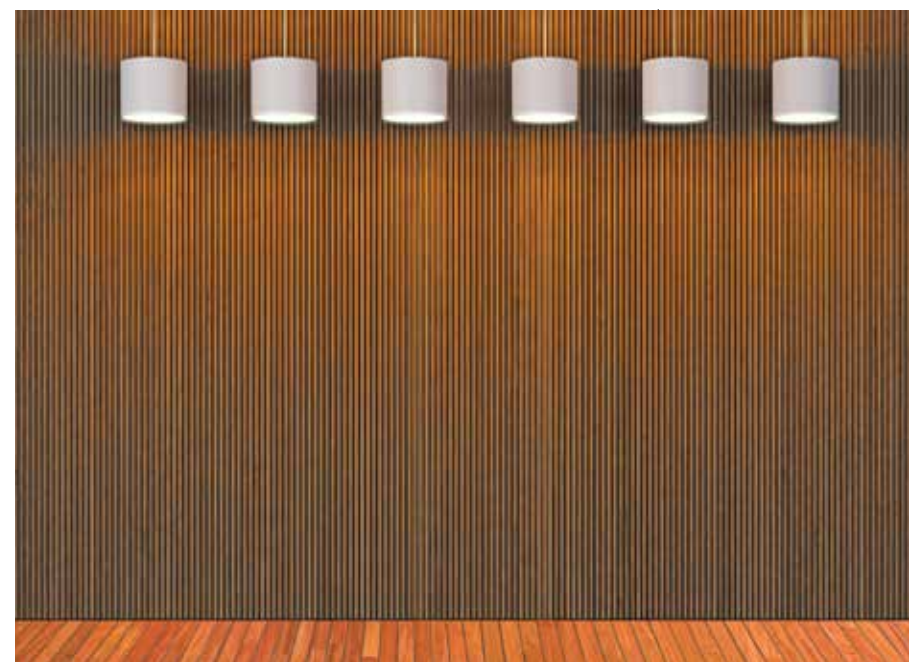
ESSENCES

Abura	Essessang	Limba
Ako	Etimocé	Niangon
Akossika	Framiré	Okoumé
Aniégré	Fuma	Olon
Avodiré	Gombé	Olonvogo
Ayous	Igaganga	Onzabili
Bété	Ilomba	Ossoko
Diania	Izombé	Sipo
Ekaba	Kondroti	Tola
Ekoune	Koto	
Emien	Lati	



▲ Photo 46 : Moulures © E. Groutel, WALE

▼ Photo 47 : Lambris © SFIO CRACHO



3.5. LAMBRIS ET HABILLAGE INTÉRIEURS

DÉFINITION ET RÔLE

Le lambris est un parement intérieur constitué de lames de bois en général emboîtées par rainure et languettes. Ces panneaux appelés parfois « boiserie » constituent un habillage décoratif.

SOLLICITATIONS

Les panneaux de lames de lambris sont autoprotecteurs. Les fixations relativement rapprochées sur les supports éliminent les principaux risques liés au comportement du matériau, en particulier les déformations par voilement.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les lames de lambris doivent être stables pour un emploi en faible épaisseur. Le bois est sélectionné soit pour son aspect esthétique naturel, soit pour son aptitude à recevoir une finition.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Le lambris sous forme de lames peut être posé horizontalement ou verticalement, voire en oblique. Dans le cas de pose horizontale, la rive équipée de la languette doit être orientée vers le haut pour que les éventuelles condensations

puissent s'écouler.

Des règles de pose selon la norme NF-DTU 41.2 permettent d'éviter les erreurs constructives qui pourraient entraîner des dégradations prématurées.

La pose est effectuée sur des tasseaux à l'aide d'agrafes, de clous ou de vis. Il convient de vérifier l'aptitude du bois à recevoir ce type de fixation et d'en adapter la mise en œuvre.

CLASSE D'EMPLOI

Compte tenu de la situation abritée et de l'absence de risque d'humidification,

la classe d'emploi 1 peut être admise pour ces ouvrages. Un traitement insecticide peut s'avérer nécessaire en cas de risques.

ESSENCES

Abura	Difou	Longhi
Acajou	Douka	Lotofa
Cailcédrat	Doussié	Makoré
Acajou	Ebiara	Mambodé
d'Afrique	Ekaba	Moabi
Afrormosia	Ekoune	Movingui
Aiélé	Etimocé	Mutenyé
Ako	Eyong	Naga
Akossika	Framiré	Niangon
Andoung	Gombé	Niové
Avodiré	Iatandza	Okoumé
Awoura	Ilomba	Olon
Ayous	Iroko	Olonvogo
Bété	Izombé	Ossoko
Bodioa	Kanda	Ovéngkol
Bomanga	Kondroti	Ozigo
Bossé clair	Kosipo	Safukala
Bossé foncé	Kotibé	Sapelli
Bubinga	Koto	Sipo
Cordia	Landa	Tiama
d'Afrique	Lati	Tola
Diania	Limba	Wengé
Dibétou	Limbali	Zingana

3.6. AGENCEMENT ET AMEUBLEMENT

DÉFINITION ET RÔLE

Le bois destiné à l'agencement concerne essentiellement la structure et le parement des éléments de menuiserie intérieure. Il est aussi utilisé en association avec les panneaux contreplaqués, les panneaux de particules (aggloméré) et le MDF (Medium Density Fireboard). Le bois est souvent dissimulé par un habillage ou une finition. Les pièces de bois jouent rarement un rôle mécanique majeur, il s'agit essentiellement de structures légères. En ameublement, les structures des meubles sont établies à partir de sciages débités en coursons.

SOLLICITATIONS

Seules la destination et la distribution des ouvrages à l'intérieur des habitations peuvent modifier les exigences de durabilité (variation des conditions climatiques ambiantes). De trop grandes variations d'humidité peuvent par exemple entraîner des retraites ou des gonflements sur le bois massif et engendrer des désagréments pour les utilisateurs.

PROPRIÉTÉS REQUISES

De nombreuses essences peuvent convenir pour l'agencement et l'ameublement. Il y a pratiquement un emploi privilégié pour chaque type d'essences selon qu'il s'agit de structures légères ou de parements mis en œuvre dans des configurations différentes. Les bois doivent être stables pour l'assemblage et le collage. L'aptitude à recevoir une finition doit être prise en compte ainsi que l'homogénéité des couleurs de l'essence retenue en cas d'application d'un produit non opaque.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

L'humidité des bois doit être maîtrisée et adaptée aux conditions du lieu de mise en œuvre. Le bois doit être parfaitement stabilisé. Pour les bois durs, le principe d'un pré-perçage de la visserie doit être envisagé pour éviter les risques d'éclats ou de fentes sur les éléments assemblés.

CLASSE D'EMPLOI

Les classes d'emploi 1 et 2 représentent la majorité des situations en service.

▼ Photo 48 : Aménagement de cuisine © CIB



ESSENCES

Abura	Doussié	Lotofa
Acajou Cailcé-drat	Ebiara	Makoré
Acajou d'Afrique	Ekaba	Mambodé
Afrormosia	Ekoune	Moabi
Aiélé	Emien	Movingui
Ako	Essessang	Mutenyé
Akossika	Etimocé	Naga
Andoung	Eyong	Niangon
Aniégré	Faro	Niové
Avodiré	Framiré	Okoumé
Awoura	Fuma	Olon
Ayous	Gombé	Olonvogo
Bilinga	Iatandza	Onzabili
Bomanga	Igaganga	Ossoko
Bossé clair	Ilomba	Ovéngkol
Bossé foncé	Iroko	Ozigo
Bubinga	Izombé	Pachy
Cordia	Kanda	Safukala
d'Afrique	Kondroti	Sapelli
Dabéma	Kosipo	Sipo
Diania	Kotibé	Tchitola
Dibétou	Koto	Tiama
Difou	Landa	Tola
Douka	Lati	Wengé
	Limba	Zingana
	Longhi	

3.7. MOBILIER ET ÉBÉNISTERIE

DÉFINITION ET RÔLE

On désigne par mobilier l'ensemble des éléments mobiles d'un logement, d'un bureau ou d'un lieu de rangement. Sont donc concernés tous les éléments liés au confort du lieu de vie des personnes. Le mobilier peut être à la fois fonctionnel et décoratif.

On désigne par ébénisterie le mobilier obtenu par l'association d'un bâti ou d'une ossature légère en bois avec des panneaux le plus souvent composés de placages. On associe également à l'ébénisterie le travail de tabletterie, qui concerne les objets de petites dimensions agrémentant les lieux de vie. Pour les travaux de tabletterie et d'ébénisterie, les bois durs et figurés sont particulièrement appréciés.

SOLLICITATIONS

Les meubles peuvent comporter des pièces d'usure en raison des frottements (exemple les tiroirs). Les éléments les plus sensibles aux dégradations sont les pieds des mobiliers qui sont soumis à des ré-humidifications occasionnelles au niveau du sol. Le mobilier est également susceptible de recevoir des chocs ; les surfaces doivent donc être résistantes ou être renforcées par un durcisseur en cas de forte sollicitation (dessus de table par exemple).

PROPRIÉTÉS REQUISES

On recherche des bois stables ayant une bonne aptitude à l'usinage et à la finition. Le grain du bois, la qualité de son fil (droit ou à contrefil) jouent un rôle dans l'aspect visuel rendu. C'est pour cette raison que l'ébénisterie est privilégiée dans la réalisation de certains meubles haut de gamme. Le placage obtenu par déroulage ou tranchage permet de réaliser des figurations et des motifs impossibles à obtenir avec du bois massif.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

L'assemblage et le montage des meubles en bois massif, pour tout ou partie, nécessitent de disposer de moyens d'usinage précis et d'un savoir-faire reconnu. Il en est de même pour le métier d'ébéniste pour lequel le recours à des panneaux plaqués ou de marqueterie requiert de bonnes

connaissances. Dans tous les cas, ces artisans travaillent avec des bois parfaitement stabilisés sous des ambiances climatiques maîtrisées. Selon l'aspect recherché, les bois sélectionnés peuvent présenter une maillure, une figuration, une couleur ou un grain différents.

CLASSE D'EMPLOI

A l'exception des parties d'ouvrages exposées à une humidité accidentelle, toutes les essences couvrant les classes d'emploi 1 et supérieures peuvent convenir en fonction de l'élément considéré.

ESSENCES

Abura	d'Afrique	Mambodé
Acajou	Dibétou	Moabi
Cailcédrat	Difou	Movingui
Acajou d'Afrique	Douka	Mutenyé
Afrormosia	Doussié	Naga
Akossika	Ebène	Niangon
Aniégré	d'Afrique	Niové
Avodiré	Ebiara	Ovéngkol
Awoura	Etimocé	Padouk d'Afrique
Bété	Iatandza	Pao rosa
Bilinga	Iroko	Sapelli
Bomanga	Izombé	Sipo
Bossé clair	Kanda	Tiama
Bossé foncé	Kosipo	Wengé
Bubinga	Kotibé	Zingana
Cordia	Longhi	
	Makoré	



▲ Photo 49 : Chaise © M. Vernay

4. AMÉNAGEMENT EXTÉRIEUR - LOISIR

4.1. ESCALIER EXTÉRIEUR ET GARDE-CORPS

DÉFINITION ET RÔLE

L'escalier est un ensemble constructif assemblé, destiné à la circulation verticale des personnes. Il est constitué d'une suite de marches et le plus souvent d'un garde-corps. Il permet d'accéder d'un niveau à un autre ou de se déplacer sur une dénivellation importante de façon plus ou moins linéaire. Le garde-corps est une paroi en général ajourée qui assure la sécurité des personnes qui circulent sur l'escalier. La main courante supérieure permet d'apporter un point d'appui aux utilisateurs.

SOLLICITATIONS

Situé en extérieur, l'escalier exposé aux intempéries reçoit une charge ponctuelle, mobile et variable selon l'intensité du passage.

PROPRIÉTÉS REQUISES

L'escalier est par principe un ouvrage d'élévation, qui doit être résistant dans le temps. Le bois utilisé doit être de très bonne durabilité et présenter une très bonne résistance au niveau des assemblages. L'état de surface des marches doit être antidérapant et non glissant par tous les temps. Le bois doit présenter une bonne dureté vis-à-vis du poinçonnement* et de l'usure engendrés par le frottement d'un service régulier.



▲ Photo 50 : Escalier extérieur © WIJMA

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Les escaliers et les garde-corps font l'objet de règles de construction strictes et précises. La confection des assemblages doit limiter, voire supprimer, tout risque d'infiltration et de piège à eau. Les assemblages par boulonnage sont préférables. Le drainage des surfaces horizontales, et en particulier des marches, doit être efficace et compatible avec le dispositif antidérapant. Les éléments en pied exposés au niveau du « bois de bout » doivent faire l'objet d'un dispositif d'évacuation de l'eau de type « goutte d'eau ».

CLASSE D'EMPLOI

Tous les éléments sont du ressort de la classe d'emploi 4.

ESSENCES

Afrormosia	Eveuss	Okan
Alep	Eyoum	Osanga
Azobé	Kanda	Ovéngkol
Bilinga	Landa	Ozouga
Congotali	Makoré	Pachy
Difou	Moabi	Padouk
Douka	Mukulungu	d'Afrique
Doussié	Niové	Tali

4.2. TERRASSE DE PLAIN-PIED ET PLAGE DE PISCINE

DÉFINITION ET RÔLE

Il s'agit d'aménagements extérieurs composés de lames de bois destinés à constituer un platelage pour l'accueil et la circulation des personnes. Lorsque la hauteur de l'ouvrage dépasse 1 m par rapport au sol, ces ouvrages sont décrits dans l'emploi suivant : 4.3 Terrasse en élévation, balcon et coursive.

SOLLICITATIONS

Les éléments de platelage sont soumis par leur position horizontale à une exposition sévère aux intempéries : effets de l'eau, des UV, du froid et de la chaleur. Pour les platelages situés à proximité des piscines, le bois doit supporter les projections d'eau, de chlore et de sel.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les propriétés des lames de platelage utilisables en terrasse de plain-pied sont décrites dans la norme NF B 54040. Les lames doivent présenter un état de surface garantissant de façon pérenne la sécurité des usagers.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Ces ouvrages ont fait l'objet de la rédaction de la norme NF-DTU 51.4 précisant les différents cas de figure que l'on peut rencontrer lors de la construction d'une terrasse.

CLASSE D'EMPLOI

Deux situations en service sont envisagées, en distinguant d'une part les éléments sans contact avec le sol ou avec une source d'humidité prolongée (classe d'emploi 3), et d'autre part, les bois extérieurs en contact avec le sol ou une source d'humidité prolongée (classe d'emploi 4).

ESSENCES

Afrormosia	Doussié	Mukulungu
Alep	Eveuss	Niové
Angueuk	Eyoum	Okan
Azobé	Iatandza	Osanga
Bété	Iroko	Ovéngkol
Bilinga	Izombé	Pachy
Bossé clair	Kanda	Padouk
Bossé foncé	Landa	d'Afrique
Congotali	Limballi	Tali
Difou	Makoré	
Douka	Moabi	



▲ Photo 51 : Terrasse © PARQUETERIE AIXOISE



▲ Photo 52 : Profils de lames de terrasse © M. Vernay

▼ Photo 53 : Structure © WIJMA



4.3. TERRASSE EN ÉLÉVATION, BALCON ET COURSIVE

DÉFINITION ET RÔLE

Ce type regroupe tous les aménagements extérieurs situés à plus de 1 m de hauteur, généralement accolés à une façade ou en liaison entre deux bâtiments, composés de lames de bois formant un platelage pour l'accueil et la circulation des personnes.

SOLLICITATIONS

Les éléments de platelage sont soumis par leur position horizontale à une exposition sévère aux intempéries (effets de l'eau, des UV, du froid, de la chaleur).

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les propriétés des lames de platelage utilisables dans ces ouvrages sont décrites dans la norme NF B 54040. Les lames doivent présenter un état de surface garantissant de façon pérenne la sécurité des usagers. Les lambourdes sur lesquelles les lames sont vissées doivent répondre aux exigences de la norme EN 14081.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Ces ouvrages sont considérés comme des structures en bois et relèvent donc de la norme NF DTU 31.1. Il convient de vérifier la compatibilité des bois mis en œuvre avec la nature des matériaux situés à proximité pour éviter les réactions (cas des crépis de façade pouvant réagir au contact des tanins de certains bois).

CLASSE D'EMPLOI

Pour des raisons de sécurité des usagers, l'ensemble des bois utilisés pour ces ouvrages doit couvrir la classe d'emploi 4.

ESSENCES

Afrormosia	Doussié	Niové
Alep	Eveuss	Okan
Azobé	Eyoum	Ozouga
Bété	Kanda	Pachy
Bilinga	Landa	Padouk
Congotali	Makoré	d'Afrique
Difou	Moabi	Tali
Douka	Mukulungu	

4.4. ABRI, MOBILIER À USAGE EXTÉRIEUR ET AIRE DE JEUX

DÉFINITION ET RÔLE

On distingue deux types d'équipements de plein air destinés aux loisirs extérieurs :

- Les équipements fixes comme les aires de détente, de pique-nique ou de jeux, qui sont généralement réalisés en bois de fortes sections pour des raisons de stabilité et de tenue dans le temps. Ils sont en principe inamovibles, fixés au sol et bien souvent situés dans des zones moyennement à fortement exposées climatiquement.
- Les équipements mobiles comme le mobilier de jardin, qui doivent être de conception plus légère pour rester transportable et éventuellement pliable.

Tous ces ouvrages sont destinés à accueillir des personnes ou à être en contact direct avec elles.

SOLLICITATIONS

La situation en service de ces ouvrages les expose aux intempéries, et notamment au contact avec le sol et l'eau. Par ailleurs, ces équipements sont sollicités par des charges ponctuelles et donc soumis à des risques de rupture en cas de sollicitations importantes.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Le contact avec les personnes nécessite la mise en œuvre de bois dont le comportement et l'aspect de surface doivent rester constants dans le temps. Les bois doivent présenter une faible aptitude à la gerce* et à l'éclatement. L'état de surface ne doit

pas se dégrader et ne doivent pas présenter de risques pour les usagers. De même, le matériau doit présenter une certaine résistance aux chocs et aux actes de malveillance. La résistance aux dégradations biologiques par pourriture doit être bonne.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre de ces ouvrages doit être soignée pour éviter les risques de blessure par la présence de parties pointues ou d'arêtes vives non chanfreinées. La conception des assemblages doit permettre un parfait écoulement des eaux de pluie. Il convient d'éviter les assemblages par découpe du bois (tenons / mortaises) au profit d'assemblages boulonnés ou vissés. La conception des parties horizontales doit être prévue à claire-voie de façon à favoriser l'écoulement de l'eau de pluie (dessus de table, assise de banc et de chaise). La qualité de la finition et de l'entretien joue un rôle important sur le maintien de l'aspect esthétique des ouvrages. Un produit de finition filmogène devient rapidement une source de piège à eau en cas de mauvais entretien.

CLASSE D'EMPLOI

Ces ouvrages sont majoritairement en classe d'emploi 4. Seuls les éléments abrités peuvent faire appel à des bois de durabilité inférieure.

ESSENCES

Afrormosia	Douka	Niové
Angueuk	Doussié	Okan
Bilinga	Iatandza	Pachy
Bossé clair	Izombé	Padouk
Bossé foncé	Kanda	d'Afrique
Difou	Makoré	Tali



▲ Photo 54 : Bergère © M. Vernay



▲ Photo 55 : Aire de jeu © P. Martin, ATIBT

4.5. PORTAIL

DÉFINITION ET RÔLE

Le portail est une porte simple ou double délimitant une propriété à l'extérieur. La dimension des vantaux est variable.

SOLLICITATIONS

On distingue deux niveaux de sollicitations :

- le portail abrité totalement ou partiellement par un auvent ou un porche. Il est soumis aux intempéries et à des humidifications fréquentes, mais les éléments en bois ont la possibilité de sécher entre deux humidifications. Il s'agit d'un ouvrage hors sol qui doit bénéficier d'un drainage soigné au niveau de sa conception.
- le portail non abrité qui est beaucoup plus exposé aux intempéries et aux humidifications prolongées. Les assemblages sont souvent non drainants et les pièces d'ossature sont proches du sol ou au contact de l'eau de ruissellement.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Le bois doit être résistant aux différents agents de dégradation biologique et en particulier aux champignons lignivores pour les situations exposées.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Le principe constructif doit permettre un drainage permanent de toutes les faces des éléments qui composent le portail. Dans les situations non abritées, les stagnations d'eau ne sont pas autorisées. Le choix de l'essence intervient sur le poids propre de l'ouvrage. Les essences à forte densité sont à éviter en raison des charges et des efforts engendrés sur les supports et les organes de rotation.

CLASSE D'EMPLOI

Un portail abrité est en classe d'emploi 3.

Un portail exposé aux intempéries est en classe d'emploi 4.

ESSENCES

Afrormosia	Doussié	Okan
Angueuk	Iatandza	Pachy
Bilinga	Izombé	Padouk
Bossé clair	Kanda	d'Afrique
Bossé foncé	Makoré	Tali
Difou	Niové	
Douka	Oboto	

▼ Photo 56 : Portail © M. Vernay



▲ Photo 57 : Portail © F. Codron, PELTIER BOIS

4.6. PANNEAU BRISE-VUE ET BRISE-VENT, PERGOLA

DÉFINITION ET RÔLE

Les panneaux brise-vue et brise-vent sont des éléments constructifs verticaux conçus pour protéger certains lieux du regard et du vent. La pergola constitue une protection vis-à-vis du soleil essentiellement.

SOLLICITATIONS

La conception des panneaux doit tenir compte des différentes situations en service :

- panneau proche ou en contact avec le sol et l'eau,
- panneau ou élément de remplissage verticaux soumis aux intempéries favorisant la formation de gerces*. Ces panneaux peuvent être assimilés à un bardage exposé sur ses deux faces.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les bois doivent présenter une bonne stabilité, un fil droit et peu fendif, offrant une bonne résistance à la pourriture et aux insectes de bois sec.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Ces ouvrages brise-vent / brise-vue ne nécessitent pas la mise en œuvre de fortes sections. Ils doivent être légers, souples et résistants aux contraintes climatiques. Un assemblage à claire-voie est recommandé sous forme de tressage ou

▼ Photo 58 : Brise-vent Kastrup © Wijma



de caillebotis, destiné à atténuer les effets du vent sans en bloquer le passage.

Le bois des pergolas doit être dimensionné correctement pour limiter le risque de fluage.

CLASSE D'EMPLOI

Les éléments proches ou au contact du sol sont en classe d'emploi 4.

Les éléments de remplissage verticaux parfaitement drainés sont en classe d'emploi 3.

ESSENCES

Afrormosia	Doussié	Okan
Angueuk	Iatandza	Pachy
Bilinga	Izombé	Padouk
Bossé clair	Kanda	d'Afrique
Bossé foncé	Makoré	Tali
Difou	Niové	
Douka	Oboto	



▲ Photo 59 : Pergola © Santiago Cornejo

5. UTILISATION INDUSTRIELLE ET TRAVAUX LOURDS

5.1. TRAVAUX HYDRAULIQUES EN MILIEU MARIN IMMERGÉ

DÉFINITION ET RÔLE

Ces emplois concernent toutes les constructions réalisées en milieu maritime et portuaire, et en zones lagunaires. On désigne par construction maritime les ouvrages dont une partie importante de l'ouvrage se trouve en permanence au contact de l'eau de mer ou des fonds marins : les estacades, pontons, défenses de quai, brise-lames, etc. Les platelages des pontons et estacades sont destinés à accueillir le public et les plaisanciers.

Il s'agit de revêtements en bois destinés au cheminement des usagers (ils ne sont pas au contact direct avec l'eau).

SOLLICITATIONS

Ces ouvrages sont soumis à une humidification permanente et subissent mécaniquement des contraintes liées à la fonction qu'ils assurent. Une estacade protège une zone maritime de l'effet des vagues ou de la houle et atténue l'amplitude des vagues. Un ponton qui permet d'accéder à des zones situées au-dessus du milieu marin, subit l'influence des marées et éventuellement les chocs des bateaux. Les défenses de quai doivent résis-



▲ Photo 60 : Estacade © M. Vernay

ter aux chocs et aux frottements des navires. Les platelages doivent résister aux charges verticales et aux chocs provoqués par les manipulations et le trafic des usagers des pontons.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les bois immergés doivent présenter une durabilité suffisante pour résister aux attaques de térébrants marins et à certains mollusques foreurs du bois. Ils doivent être denses et durs pour résister aux chocs et autres contraintes mécaniques. Le bois des platelages doit être performant mécaniquement et présenter d'excellentes qualités de conservation face aux intempéries et à la proximité de l'eau de mer. Le bois des lames doit être peu fendif et avoir une bonne résistance aux chocs.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Les structures lourdes de ces ouvrages maritimes sont assemblées par des techniques simples de pièces moisées et boulonnées. Les autres techniques utilisant le façonnage des bois (tenon, mortaise, mi-bois, etc.) ne sont pas retenues pour des raisons de solidité et de durée de vie.

CLASSE D'EMPLOI

Les bois immergés de façon permanente en milieu maritime ou en eaux saumâtres sont en classe d'emploi 5. Les zones de marnage, découvertes par la marée basse, et les parties d'ouvrages situées hors de l'eau ne sont pas à considérer comme relevant de la classe d'emploi 5. Par contre pour tous les emplois non immergés en permanence, la classe d'emploi 4 est requise en raison du risque d'attaque par les champignons lignivores.

ESSENCES

Azobé	Moabi	Padouk
Bilinga	Mukulungu	Sougué
Congotali	Okan	Wamba



▲ Photo 61 : Défenses de quai © WIJMA

5.2. OUVRAGE ET PONT AU CONTACT DU SOL OU DE L'EAU DOUCE

DÉFINITION ET RÔLE

Passerelle et pont permettent d'établir une communication entre deux zones séparées par un obstacle, un cours d'eau ou une dépression.

▼ Photo 62 : Pont © WIJMA



▲ Photo 63 : Berge © WIJMA

SOLLICITATIONS

Ouvrages situés à l'extérieur, non abrités et situés dans des zones humides, proches ou en contact avec le sol.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Le bois doit présenter une très grande résistance aux agents de dégradation biologique, en particulier les champignons de pourriture et les termites dans les régions concernées. Selon les performances mécaniques recherchées, le bois utilisé doit satisfaire aux exigences du projet.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Le contact avec le sol ou une source d'humidité permanente ou prolongée doit être envisagé avec une obligation de résultat quant à la durée de vie de l'ouvrage. À cet effet, des dispositions peuvent être prises pour limiter les risques de développement des dégradations : drainage amélioré, découpes minimales pour éviter les migrations de l'eau en bois de bout, limitation des percages ou des assemblages susceptibles de devenir des points de rétention et d'infiltration.

De nombreuses essences possèdent des caractéristiques de durabilité, de dureté et de résistance mécanique reconnues pour ce type d'emploi.

CLASSE D'EMPLOI

Toutes les essences éligibles à un emploi au contact du sol ou de l'eau douce couvrant la classe d'emploi 4 peuvent être associées à la durée de vie définie par la nature de l'ouvrage.

ESSENCES

Alep	Doussié	Okan
Azobé	Eveuss	Ozouga
Bété	Eyoum	Pachy
Bilinga	Makoré	Padouk
Congotali	Moabi	d'Afrique
Difou	Mukulungu	Tali
Douka	Niové	Wamba

5.3. ECRAN ACOUSTIQUE EN MILIEU URBAIN SUR VOIE FERRÉE ET AXE ROUTIER

DÉFINITION ET RÔLE

Les écrans acoustiques sont des dispositifs destinés à réduire les bruits émanant de la circulation routière ou ferroviaire. Un écran acoustique limite l'importance des nuisances en déviant ou en absorbant la transmission directe des bruits aériens provoqués par les véhicules ou le matériel roulant des voies ferrées. Le système constructif est généralement composé de fondations, de poteaux et de panneaux ainsi que d'autres matériaux dont l'assemblage permet de répondre en priorité à des performances acoustiques.

SOLLICITATIONS

Compte tenu de leur exposition au sein des infrastructures routières et ferroviaires, les structures et les panneaux assemblés sous forme d'écrans ou de parements doivent répondre à de nombreux critères. Le maintien en place des écrans et leur stabilité mécanique doivent être assurés dans le temps face à des sollicitations telles que les efforts

▼ Photo 64 : Ecrans acoustiques réfléchissants sur voie routière © M. Vernay



▲ Photo 65 : Ecrans acoustiques absorbants sur voie de chemin de fer © M. Vernay

du vent, les pressions dynamiques engendrées par la circulation, les impacts provoqués par les projections diverses...

PROPRIÉTÉS REQUISES

La classe de résistance mécanique pour le bois de structure doit être supérieure ou égale à D 30. Les éléments constitutifs des écrans acoustiques en bois, sont généralement mis en œuvre dans des situations de classe d'emploi 4, en raison de leur exposition en service. Dans les zones termitées, les pièces de bois doivent soit être naturellement durables vis-à-vis des termites, soit avoir fait l'objet d'un traitement adapté. Pour certaines destinations à l'abri des intempéries (tunnels, ouvrages de couverture...), une protection des bois par ignifugation* peut être préconisée. Si un traitement est prévu dans la masse du bois, le bois doit être imprégnable. L'évaluation des performances des écrans s'effectue selon les normes EN 14389, EN 1793 et EN 1794.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Les panneaux doivent être conçus pour permettre un drainage de l'eau. Une attention particulière doit être portée sur les fondations et les assemblages, compte tenu des efforts qu'ils ont à supporter. Les prescriptions sont détaillées dans différents guides professionnels, notamment le Guide pour la conception et la réalisation d'écrans acoustiques en bois de la FIBC (Fédération des Industries et du Bois de la Construction).

CLASSE D'EMPLOI

Les parties constituant les écrans acoustiques sont majoritairement en classe d'emploi 4. Certaines essences de durabilité 2 peuvent être mises en œuvre dans les parties supérieures des panneaux (couvertines) ou pour le lattage latéral de protection du matériau absorbant.

ESSENCES

Alep	Coula	Pachy
Azobé	Difou	Padouk
Bété	Doussié	d'Afrique
Bilinga	Eveuss	
Congotali	Eyoum	

5.4. TRAVERSE ET BOIS DE CALAGE

DÉFINITION ET RÔLE

On désigne par « traverses » essentiellement les pièces destinées à un emploi sous rails. On distingue les traverses de chemin de fer des bois d'appareil et d'aiguillage. Dans les deux cas, il s'agit de bois de forte section destinés à supporter l'appui des rails et du matériel roulant. La traverse assure le contact en répartissant les efforts d'appui avec le sol et maintient l'écartement des rails. Le remplissage et le calage au sol est réalisé avec du ballast.



▲ Photo 66 : Tins colisés pour le transport maritime © M. Vernay

Cette catégorie concerne également les bois de calage utilisés dans la marine pour l'attinage des navires lors de leur mise hors d'eau (échouage et cale sèche). Ces équarris* aux sections précises portent le nom de « tins ».

SOLLICITATION ET EXPOSITION

Les traverses sont utilisées dans des conditions extrêmes qui varient selon la zone géographique et le climat, mais elles sont toujours posées sur un sol drainant. Elles supportent des efforts très importants et elles doivent absorber les déformations du métal des rails, ainsi que les vibrations et les frottements.

Les tins sont utilisés principalement en compression transversale. En général le bois doit être livré vert, c'est-à-dire au-dessus du Point de Saturation des Fibres, pour limiter les variations dimensionnelles au cours de son utilisation lors du calage des navires.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les pièces doivent présenter une forte section et être débitées de façon à limiter les déformations. Le bois doit être de très bonne durabilité, avoir des propriétés de dureté adaptées aux contraintes en service et ne pas être fendif sous l'effet des vibrations et des charges verticales et horizontales.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Le principe de mise en œuvre fait généralement l'objet d'un cahier des charges spécifique d'une société ferroviaire ou maritime.

CLASSE D'EMPLOI

Les traverses et bois de calage sont utilisées en classe d'emploi 4.

ESSENCES

Alep	Eyoum	Ozouga
Azobé	Moabi	Padouk
Bilinga	Mukulungu	d'Afrique
Congotali	Niové	Tali
Difou	Okan	
Eveuss	Osanga	



▲ Photo 67 : Tins © F. Codron, PELTIER BOIS



▲ Photo 68 : Traverses d'une ligne d'aiguillage © WIJMA

5.5. PLANCHER INDUSTRIEL ET CHARPENTE LOURDE

DÉFINITION ET RÔLE

Ces produits sont des éléments de structure destinés à recevoir de lourdes charges et à subir des contraintes importantes liées à l'utilisation d'engins ou de machines. Ces structures et planchers concernent les bâtiments agricoles ou industriels le plus souvent semi-ouverts ou partiellement protégés. Les planchers peuvent être utilisés par des engins de transport et aménagés comme aires de stockage et de manutention. Le bois mis en place au niveau du sol peut être choisi pour sa viscoélasticité*.

SOLLICITATIONS

Les bois sont soumis à de multiples contraintes aussi bien climatiques que mécaniques. Dans le cas de hangars plus ou moins protégés, le bois de structure est soumis aux aléas climatiques. Les planchers subissent les contraintes de charges mobiles, statiques et des efforts horizontaux liés aux déplacements des engins.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Bois de grande résistance aux agents de dégradation biologique, d'une grande dureté, et aux propriétés mécaniques importantes. Les chocs de



▲ Photo 69 : Charpente lourde © M.Vernay

manutention et les charges mobiles et statiques ne doivent pas affaiblir la structure.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

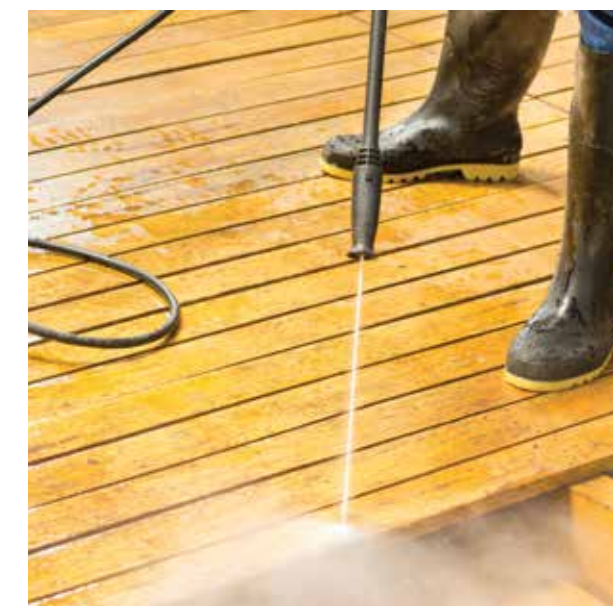
Construction robuste par des systèmes constructifs simples et performants. Les pièces d'usure au niveau des parquets et des planchers doivent être interchangeables.

CLASSE D'EMPLOI

La classe d'emploi 4 est requise.

ESSENCES

Acajou	Diania	Niové
Cailcédrat	Difou	Okan
Alep	Doussié	Osanga
Angueuk	Essia	Ozouga
Awoura	Eveuss	Pachy
Azobé	Eyoum	Padouk
Bilinga	Limballi	d'Afrique
Bodioa	Lotofa	Tali
Bubinga	Moabi	Wamba
Congotali	Mukulungu	
Dabéma	Mutenyé	



▲ Photo 70 : Plancher industriel © Fotos593

5.6. FOND DE VÉHICULE, WAGON ET CONTENEUR

DÉFINITION ET RÔLE

Le bois est l'un des matériaux les plus utilisés pour la fabrication de planchers destinés à recevoir des charges importantes pour la manutention et le transport (wagons, fonds de camion, fonds de conteneur...). Par son système de mise en œuvre simple, le bois permet un remplacement aisé et rapide des planchers en cas d'avarie. Son rapport résistance/densité élevé et sa capacité à amortir les chocs le distinguent des nombreux autres matériaux concurrents dans ce secteur.

SOLLICITATIONS

Le plancher doit être apte à supporter de fortes charges et à résister aux chocs sans déformations majeures. Le matériel roulant utilisé pour la manutention occasionne également des contraintes horizontales qui accentuent le cisaillement au niveau des fixations du plancher.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Le bois doit présenter d'excellentes propriétés mécaniques, en particulier en flexion, et avoir une grande dureté pour résister aux chocs de manutention et aux chutes brutales de charges lourdes. Le bois doit également présenter une très bonne résistance au fendage et à l'éclatement sous la charge. Sa durabilité doit permettre une utilisation dans toutes les conditions climatiques : milieu marin lors des transports maritimes, humidité répétée ou permanente, présence de produits chimiques, alternance de température, chocs thermiques.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Le bois des fonds de véhicule ou de tout autre moyen de transport est mis en œuvre

sous forme de lames, présentant un profil d'assemblage ou non, dans une épaisseur correspondant aux sollicitations rencontrées. Le bois est usiné avec un parement net de défauts. Les arêtes des lames ne doivent pas présenter de risques d'éclats et sont donc généralement chanfreinées. L'assemblage de l'habillage (plancher) se fait par fixation sur une structure porteuse appelée « socle », par vissage ou boulonnage selon les cas.

CLASSE D'EMPLOI

Selon la nature du moyen de transport, les bois mis en œuvre couvrent la classe d'emploi 3 ou 4.

ESSENCES

Alep	Essia	Movingui
Angueuk	Eveuss	Mukulungu
Awoura	Eyoum	Niové
Azobé	Gombé	Okan
Bilinga	Iroko	Osanga
Bodioa	Izombé	Ozouga
Congotali	Kanda	Padouk
Dabéma	Kotibé	d'Afrique
Diania	Landa	Tali
Difou	Limbali	
Douka	Makoré	



▲ Photo 71 : Fond de remorque © V. Legris, SBLF

6. CONSTRUCTION NAVALE

6.1. BORDÉ ET PONT DE BATEAU

DÉFINITION ET RÔLE

Le bordé est l'ensemble des parties qui constituent la coque d'un bateau, fixées extérieurement sur les membrures. L'étanchéité de la coque est assurée par un calfatage. Le bordé peut être divisé en quatre zones : le pont, les murailles, les fonds et les bouchains.

Le pont d'un bateau est une plate-forme raidie par des éléments de structure, construite à la fois pour empêcher l'envahissement de l'eau dans le navire et pour supporter les charges à transporter.

SOLLICITATIONS

Le bordé doit résister aux efforts générés par la mer et aux tensions internes au bateau liées à la présence du gréement, ainsi qu'aux chocs lorsque le bateau est mis à quai. Le pont doit être étanche, supporter des charges et permettre la circulation des personnes.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Pour assurer une bonne étanchéité, le bois doit présenter un faible coefficient de retrait transversal*. Il doit également présenter une densité et un module d'élasticité faibles, ainsi qu'une résistance en flexion élevée (une densité plus élevée peut être utilisée pour les fonds et les bouchains). L'essence sélectionnée doit présenter un fil droit (sans contrefil) et une bonne durabilité, notamment vis-à-vis des champignons et des térébrants marins. Pour les ponts de bateau, le bois doit être esthétique, présenter un grain assez fin avec une dureté moyenne et il ne doit pas gercer*. Les bois légèrement gras sont recherchés pour minimiser le risque de glissance. Une bonne aptitude au collage est requise pour la réalisation des assemblages avec des joints « pont de bateau ».

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Les débits sur quartier* sont à privilégier pour cet emploi. L'étuvage* des bois permet dans certains cas de faciliter la mise en œuvre des lames pour les opérations de cintrage.

CLASSE D'EMPLOI

Les bois immergés de façon permanente sont en classe d'emploi 5. Les bois situés au-dessus de la ligne de flottaison sont en classe d'emploi.

ESSENCES

Acajou	Difou	Niangon
Cailcédrat	Douka	Niové
Acajou	Doussié	Pachy
d'Afrique	Iroko	Padouk
Afrormosia	Izombé	d'Afrique
Bété	Kanda	Sapelli
Bilinga	Landa	Tiama
Bossé clair	Limbali	Tola
Bossé foncé	Makoré	

▼ Photo 72 : Bordé du Kap Kaval © Y. Le Berre, PAOTRED AR VRO DE PENMARC'H



▲ Photo 73 : Pont de yacht © PETTAVINO

6.2. AMÉNAGEMENT BATEAU ET YACHTING

DÉFINITION ET RÔLE

Les bois destinés à l'agencement sont essentiellement utilisés en parement des éléments de menuiserie intérieure, sous forme de placage décoratif, de panneaux contreplaqués et de panneaux sandwich. Les parements sont fixés sur les éléments d'ossature en bois.

SOLLICITATIONS

Les aménagements intérieurs sont peu sollicités physiquement et mécaniquement (non exposés à l'humidité). Seul un traitement insecticide peut être envisagé pour les bois les plus sensibles en cas de risque avéré dans certaines expositions.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les bois recherchés pour cet emploi sont des bois légers, stables et aptes à l'usinage et à la finition. La finesse du grain et la couleur du bois sont des

critères qui varient en fonction des modes et des tendances esthétiques en matière d'aménagement intérieur des cabines.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Le collage est l'assemblage le plus fréquemment utilisé. Pour les bois d'ossature, les techniques d'assemblage de la menuiserie d'intérieure sont privilégiées.

CLASSE D'EMPLOI

Les classes d'emploi 1 et 2 représentent la majorité des situations en service. Le traitement des bois vis-à-vis des insectes à larves xylophages avant leur mise en œuvre est recommandé.

ESSENCES

Acajou	Bossé foncé	Pachy
Cailcédrat	Doussié	Sapelli
Acajou	Izombé	Sipo
d'Afrique	Kosipo	
Bossé clair	Okoumé	



▲ Photo 74 : Aménagement intérieur de yacht © AGUTI YACHTS

6.3. PONTONS DE PLAISANCE

DÉFINITION ET RÔLE

Plateforme servant de débarcadère ou d'accès, flottante ou non.

SOLLICITATIONS

Les pontons sont des ouvrages situés au-dessus de l'eau et soumis au passage intensif des plaisanciers. Ils doivent résister aux contraintes liées à l'accès et aux activités d'entretien des bateaux. Le platelage doit conserver un parfait état de surface de façon à assurer le confort et la sécurité des usagers.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les bois utilisés doivent être performants mécaniquement et durables. Ils doivent résister à un milieu ambiant humide permanent.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre est souvent réalisée sur des structures d'un matériau différent comme l'aluminium, et la fixation des lames est assurée par des rivets. Ce système constructif permet une démontabilité aisée de chaque élément. Les principes constructifs sont décrits dans le guide de conception des pontons de plaisance édité par le Secrétariat d'Etat à la Mer.

▼ Photo 76 : Ponton fixe © M. Vernay



CLASSE D'EMPLOI

La classe d'emploi 4 est requise.

ESSENCES

Afrormosia	Moabi	Ozouga
Bété	Makoré	Padouk
Bilinga	Mukulungu	d'Afrique
Difou	Niové	Tali
Doussié	Okan	
Izombé	Osanga	



▲ Photo 75 : Ponton de plaisance © WIJMA

7. UTILISATIONS DIVERSES

7.1. TONNELLERIE ET CUVERIE



▲ Photo 77 : Baquet © Bhakpong

DÉFINITION ET RÔLE

Les tonneaux et les cuves sont des récipients en bois réalisés avec des douves assemblées de façon circulaire et retenues par des cerclages. Le tonneau comporte deux fonds plats tandis que la cuve est ouverte sur sa partie supérieure. Le bois destiné à la fabrication des cuves et des tonneaux est débité en merrains, le débit est obligatoirement réalisé sur quartier*. Les tonneaux sont surtout destinés à l'élevage à la conservation des liquides comme le vin et les alcools. Les cuves en bois, elles, sont surtout utilisées par l'industrie pour le stockage de produits chimiques et pour l'équipement de loisir et de salles d'eau.

SOLLICITATIONS

Les tonneaux et cuves doivent résister à la pression des liquides contenus. L'étanchéité et la solidité doivent être assurées en toute circonstance.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Le bois utilisé en tonnellerie est recherché sur la base des principaux critères suivants :

- la teneur et la qualité des tannins contenus dans le bois et l'aptitude à les restituer au liquide contenu ;
- la résistance aux acides dans le cas des cuves pour l'industrie ;
- un pH relativement neutre.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Les tonneaux et cuves sont toujours fabriqués de façon artisanale. Les merrains sont débités et usinés selon le profil recherché. Ils sont cintrés à chaud sous forme de douelles puis assemblés et cerclés.

CLASSE D'EMPLOI

Selon l'humidité du lieu de stockage, les bois mis en œuvre couvrent la classe d'emploi 3 ou 4.

ESSENCES

Azobé	Movingui
Bomanga	Mukulungu
Doussié	Pachy
Iroko	Pao rosa



▲ Photo 78 : Tonneaux © Who is Danny

7.2. TOURNERIE, COUPELLERIE ET BROSSERIE

DÉFINITION ET RÔLE

Les objets haut de gamme relèvent de la tableterie, de la décoration ou de l'accessoire utilitaire. Pour leur fabrication, l'essence de bois est choisie pour son aspect esthétique et son aptitude à l'usinage et au façonnage en petites dimensions.

SOLLICITATIONS

Les seules sollicitations concernent l'aptitude du bois à conserver son aspect au contact de l'eau et des produits d'entretien en cours d'usage.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Le bois doit être facile à travailler et présenter un fil et un grain agréables au toucher. La très bonne cohésion de la fibre et la très faible aptitude au fendage sont des propriétés indispensables. Pour certains emplois comme la coutellerie et les ustensiles de cuisine, la durabilité et le comportement du bois au contact des agents de lavage doivent être vérifiés. Les bois doivent avoir une bonne aptitude à recevoir une finition et une protection de surface dans le cas de la coutellerie et de la brosse.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Usinage de précision, ponçage et finition constituent les points essentiels d'une bonne technique de fabrication.



▲ Photo 79 : Jeu de solitaire © M. Vernay

CLASSE D'EMPLOI

Toutes les classes d'emploi sont concernées par ces emplois en fonction du degré d'exposition du bois aux risques de dégradation.

ESSENCES

Abura	d'Afrique	Makoré
Acajou	Ebiara	Mambodé
Cailcédrat	Ekaba	Moabi
Afrormosia	Ekoune	Movingui
Akossika	Framiré	Mutenyé
Angueuk	Iatandza	Naga
Bété	Igaganga	Niové
Bodioa	Iroko	Okan
Bubinga	Izombé	Ossoko
Cordia	Kanda	Ovéngkol
d'Afrique	Kondroti	Padouk
Diania	Kotibé	d'Afrique
Dibétou	Koto	Pao rosa
Douka	Limba	Wengé
Ebène	Longhi	Zingana

▼ Photo 80 : tournage © Shutterstock - FreeProd33



▲ Photo 81 : Manches de couteau © S. Berthomme, FAROL

7.3. MANCHE D'OUTIL

DÉFINITION ET RÔLE

Il s'agit de la partie d'un outil ou d'un instrument tenue par la main de l'homme dans le cadre de son utilisation. De forme ronde ou ovoïde, le manche peut être de longueurs diverses. Il doit être apte à recevoir les chocs. Il doit aussi pouvoir les amortir pour ne pas transmettre toutes les vibrations à la personne qui l'utilise (dans le cas d'un marteau ou d'un outil de jardinage).

SOLLICITATIONS

Les manches les plus sollicités sont ceux des outils de frappe, car ils doivent absorber les chocs et résister à la flexion.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les bois recherchés pour cet emploi doivent présenter de bonnes propriétés mécaniques en particulier bonne résistance aux chocs et à la flexion.

Le bois doit être très résilient* et facile à usiner. L'état de surface doit rester lisse et sans aspérités ni esquilles en cours d'usage. Les risques principaux sont la rupture et le fendage des bois.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

En général, il s'agit de pièces obtenues par tournage ou par des usinages spéciaux. Tous les manches ne sont pas aptes à recevoir une finition.

CLASSE D'EMPLOI

Cette notion n'est pas primordiale dans le choix de l'essence pour la fabrication des manches d'outils, aussi la classe d'emploi varie de 1 à 3.

ESSENCES

Ebène d'Afrique
Kotibé
Pao rosa
Zingana



▲ Photo 82 : Manches d'outil © M. Vernay

7.4. INSTRUMENT DE MUSIQUE



▲ Photo 83 : Touches de piano © Sunny baby



▲ Photo 84 : Clarinette © Africa Studio

DÉFINITION ET RÔLE

Dans un instrument de musique, le bois contribue à la qualité acoustique et à la sonorité, en particulier pour les guitares et les pianos. Dans une guitare, il entre dans la composition de nombreux éléments sous forme de bois massif ou de placage. Pour la fabrication de la table, du fond et des éclisses, les bois légers sont généralement utilisés, tandis que les bois durs, denses et esthétiques trouvent leur place dans la fabrication du manche, de la tête, du chevalet et des touches.

SOLLICITATIONS

Le bois doit apporter des qualités sonores à l'instrument. Il est sollicité pour son homogénéité et son aptitude à restituer un son dans un large spectre de fréquences de façon équilibrée. Pour les guitares, les bois durs doivent résister aux frottements et aux effets de la sudation.

PROPRIÉTÉS REQUISES

L'aspect esthétique est primordial. La densité et le grain du bois constituent également des

critères importants dans le choix. Le bois doit aussi avoir une bonne aptitude au séchage et une grande stabilité en service.

Les fiches techniques du Cirad* fournissent deux caractéristiques pour faciliter le choix d'une essence dans un instrument de musique :

- la fréquence de résonance, qui est la fréquence principale du son audible du matériau
- le facteur de qualité musicale Q, qui est associé à la durée du son audible. Plus le facteur de qualité est grand et plus le son se maintient dans le temps (amortissement faible).

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Le bois utilisé est obtenu par sciage fin ou par tranchage. La mise en œuvre est effectuée selon des techniques propres à ces instruments. La mise en œuvre doit être effectuée dans des ambiances climatiques parfaitement maîtrisées. L'usinage et l'ajustage de chaque élément nécessitent une grande précision.

CLASSE D'EMPLOI

La durabilité n'est pas un critère de sélection pour cet emploi.

ESSENCES

Avodiré
Bubinga
Ebène d'Afrique
Ovéngkol
Pao rosa



▲ Photo 85 : Table et barrages d'une guitare © Luciano Queiroz

7.5. SCULPTURE

DÉFINITION ET RÔLE

L'art de la sculpture consiste à retirer de la matière sur une pièce de bois pour réaliser une œuvre appelée « sculpture ». On distingue différents types de sculptures : essentiellement le bas-relief, le haut-relief et la ronde-bosse ou sculpture statuaire.

SOLLICITATIONS

Le bois doit être façonnable avec des outils tranchants.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Le bois de sculpture doit être sec, ne pas être cassant et ne pas libérer ses contraintes internes au moment du taillage. L'absence de contrefil ou de fil noueux est souhaitable au niveau du travail à la gouge ; dans certains cas, le contrefil et le bois ronceux peuvent être recherchés pour leur aspect esthétique.

Un bois résistant aux agents de dégradation biologique est approprié aux sculptures extérieures exposées.

L'aptitude à recevoir une finition doit être prise en compte.

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

Tous les bois se sculptent, mais à partir d'une certaine densité, il est préférable d'utiliser des outils électriques plus performants que les outils manuels.

CLASSE D'EMPLOI

Aucune classe d'emploi n'est requise pour cet emploi.

ESSENCES

Abura	Essessang	Okan
Ayous	Izombé	Ossoko
Difou	Kotibé	Padouk
Douka	Longhi	d'Afrique
Ebène	Makoré	Pao rosa
d'Afrique	Moabi	Wengé



▲ Photo 86 : Sculpture © Shutterstock - Petar Tasevski



▲ Photo 87 : sculpture © Shutterstock - Art65395

7.6. EMBALLAGE ET CAISSERIE

DÉFINITION ET RÔLE

On distingue deux types de produits : les caisses destinées au transport des marchandises et des produits industriels et les emballages destinés au conditionnement et au transport des denrées périssables et alimentaires.

SOLLICITATIONS

Les sollicitations sont variables selon les charges envisagées et les produits à transporter.

Les charges lourdes et importantes sont conditionnées dans des caisses à ossature bois dimensionnées en conséquence. Le contreplaqué de médiocre qualité est souvent utilisé en paroi. Pour l'emballage et le conditionnement des produits alimentaires, on privilégie les bois clairs à fil droit aptes à une utilisation en faible épaisseur.

PROPRIÉTÉS REQUISES

Les bois utilisés en caisserie sont des bois légers, ayant un fil droit ou légèrement contrefilé, avec un grain fin à moyen. Les bois non colorés sont privilégiés, afin d'éviter les problèmes de coulure de tanin.



▲ Photo 88 : Caisses © M. Vernay



▲ Photo 89 : Barquette alimentaire © divgradcurl



▲ Photo 90 : Palette © M. Vernay

PRINCIPES DE MISE EN ŒUVRE

On distingue les bois déroulés utilisés pour la fabrication des panneaux et des emballages, des bois sciés destinés à l'ossature de la caisserie. La réglementation NIMP 15 (Norme Internationale pour les Mesures Phytosanitaires) exige un traitement adapté des emballages pour le commerce international.

CLASSE D'EMPLOI

Compte tenu de la durée de vie attendue, les classes d'emploi 1 et 2 sont envisageables.

ESSENCES

Abura	Essessang	Limba
Aiélé	Faro	Okoumé
Ako	Fuma	Olon
Andoung	Gombé	Onzabili
Ayous	Iatandza	Ossoko
Bomanga	Igaganga	Ozigo
Diania	Ilomba	Safukala
Ekaba	Kondroti	Tchitola
Ekoune	Koto	Tola
Emien	Lati	

	1 STRUCTURE ET HABILLAGE						2 MENUISERIE EXTERIEURE (FAÇADE DE BÂTIMENT)								3 MENUISERIE ET AMÉAGEMENT INTERIEUR				4 AMÉAGEMENT EXTERIEUR - LOISIR			
	1.1 CHARPENTE	1.2 LAMELLE-COLLÉ	1.3 CARRELET MULTI-PLUS	1.4 CONTRE-PLAQUE FACE ET CONTRE-FACE	1.5 CONTRE-PLAQUE PLUS INTERIEURS	1.6 PLACAGE TRANCHÉ	2.1 REVÊTEMENT EXTERIEUR: BARDAGE, CLIN	2.2 MENUISERIE EXTERIEURE: PORTE, PORTE-FÊLÈTRE, FENÊTRE	2.3 CLAUSTRAS, BRÈSE-SOLEIL	2.4 FERMETURE, VOLET	3.1 PARQUET	3.2 ESCALIER INTERIEUR	3.3 PORTE ET HUISSERIE	3.4 MOLLURE	3.5 LAMBRIS ET HABILLAGE INTERIEUR	3.6 AGENCEMENT - AMEUBLEMENT	3.7 MOBILIER ET EBÉNISTERIE	4.1 ESCALIER EXTERIEUR ET GARDE-CORPS	4.2 TERRASSE DE PLAIN-PIED, PLAQUE DE PISCINE			
IROKO	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓				
IZOMBÉ						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓			
KANDA	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
KONDROTI				✓	✓							✓		✓	✓	✓						
KOSIPO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
KOTIBÉ				✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
KOTO	✓			✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
LANDA				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
LATI				✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓			
LIMBA	✓	✓		✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
LIMBALI						✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓			
LONGHI	✓	✓		✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
LOTOFA				✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
MAKORÉ	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
MAMBODÉ						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
MOABI				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
MONGHINZA						✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓			
MOVINGUI	✓	✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓						
MUKULUNGU						✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
MUTENYÉ						✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
NAGA	✓	✓		✓		✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
NIANGON	✓			✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
NIOVÉ						✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
OBOTO																	✓	✓				
OKAN										✓							✓	✓				
OKOUMÉ			✓	✓	✓	✓						✓	✓	✓	✓				✓			
OLON	✓	✓		✓	✓	✓						✓	✓	✓	✓				✓			
OLONVOGO												✓	✓	✓	✓							
ONZABILI	✓			✓	✓	✓						✓	✓	✓	✓				✓			
OSANGA						✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓				✓			
OSSOKO						✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓			
OVÉNGKOL						✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
OZIGO				✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓			
OZOUGA										✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
PACHY						✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
PADOUK						✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
PAO ROSA						✓						✓	✓	✓	✓	✓						
SAFUKALA	✓			✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓			
SAPELLI	✓		✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
SIPO	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
SOUGUÉ																						
TALI																	✓	✓				
TCHITOLA	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓			✓	✓				✓			
TIAMA	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓			✓	✓	✓						
TOLA	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓			
WAMBA																						
WENGÉ						✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓			✓			
ZINGANA						✓								✓	✓	✓						

	4.3 TERRASSE EN ÉLEVATION, BALCON, COURSIVE				4.4 ABRIS, MOBILIER À USAGE EXTERIEUR ET AIRE DE JEUX		4.5 PORTAL	4.6 PAVILLON BRÈSE-VENT, PERGOLE	5 UTILISATION INDUSTRIELLE ET TRAVAUX LOURDS						6 CONSTRUCTION NAVALE			7 UTILISATIONS DIVERSES					
								5.1 TRAVAUX HYDRAULIQUES EN MILIEU MARIN IMMÉRGÉ	5.2 OUVRAGE ET FRONT AU CONTACT DU SOL ET DE L'EAU DOUCE	5.3 ÉCRAN ACOUSTIQUE MILIEU URBAIN VIES FERRÉES ET ROUTIÈRES	5.4 TRAVERSE, BOIS DE COUJAGE	5.5 PLANCHER INDUSTRIEL ET CHARPENTE LOURDE	5.6 FOND DE VÉHICULE, MAGASIN ET CONTENEUR	6.1 BORDÉ ET POINTE DE BATEAU	6.2 AMÉAGEMENT BATEAU, YACHTING	6.3 PONTOIS DE PLAISANCE	7.1 TONNELLERIE, CUVIÈRE	7.2 TOURNERIE, COUTELLERIE, BROSSEUSE	7.3 MANCHE OUTIL (BOIS RÉSILIENT)	7.4 INSTRUMENT DE MUSIQUE	7.5 SCULPTURE	7.6 ENBALLAGE ET CAISSERIE	
IROKO													✓	✓			✓	✓					
IZOMBÉ		✓	✓	✓									✓	✓		✓					✓		
KANDA	✓	✓	✓	✓									✓	✓									
KONDROTI																							✓
KOSIPO															✓								
KOTIBÉ													✓								✓		
KOTO													✓								✓		
LANDA	✓												✓	✓									✓
LATI																							✓
LIMBA													✓	✓									✓
LIMBALI														✓									✓
LONGHI																							✓
LOTOFA													✓										✓
MAKORÉ	✓	✓	✓	✓				✓					✓	✓		✓					✓		✓
MAMBODÉ																✓							
MOABI																							✓
MONGHINZA													✓	✓									✓
MOVINGUI																							
MUKULUNGU													✓	✓			✓						✓
MUTENYÉ													✓										
NAGA																							
NIANGON																							
NIOVÉ																							
OBOTO																							
OKAN																							
OKOUMÉ																✓							✓
OLON																							✓
OLONVOGO																							
ONZABILI																							✓
OSANGA																							
OSSOKO																							✓
OVÉNGKOL																							✓
OZIGO																							✓
OZOUGA																							
PACHY																							
PADOUK																							
PAO ROSA																							
SAFUKALA																							✓
SAPELLI																							
SIPO																							
SOUGUÉ																							
TALI																							
TCHITOLA																							✓
TIAMA																							
TOLA																							✓
WAMBA																							
WENGÉ																							✓
ZINGANA																							

GLOSSAIRE

Absorption : action d'absorber, d'aspirer un fluide
Adsorption : phénomène par lequel un corps retient un liquide

AFD : Agence Française de Développement

Anhydre : qui ne contient pas d'eau

APV : Accord de Partenariat Volontaire. Accord commercial négocié entre la Commission Européenne, les Etats exportateurs de bois vers l'Europe et le secteur privé, définissant les critères et les moyens de contrôle qui permettent d'attester la légalité des bois
ATIBT : Association Technique Internationale des Bois Tropicaux

Aubier : zone extérieure du bois qui, dans un arbre sur pied, contient des cellules vivantes et conduit la sève brute

Autoclave : enceinte dans laquelle des cycles de vide et pression (procédé Béthell) amènent un produit dilué dans un liquide à pénétrer dans le bois sur une profondeur plus importante que par trempage

Biocide : qui tue la vie

Bois rond : bois abattu, ébranché et écimé ayant été tronçonné ou non, et excluant le bois de feu

Cirad : Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement

Conformation : apparence extérieure d'un arbre comprenant : la rectitude, la régularité de la section sur la hauteur, les défauts, les blessures, l'empatement du pied...

CTFT : Centre Technique Forestier Tropical

Culture sur brûlis : système agraire dans lequel les champs sont défrichés par le feu, pour permettre un transfert de fertilité, puis sont cultivés pendant une période brève avant une mise en jachère, le plus souvent forestière, à longue révolution

Désorption : phénomène contraire à l'adsorption*
Dosse : mode de débit dont la plus grande dimension de la section transversale* est orientée dans le sens tangentiel*

Durabilité : Propriété de résistance des bois vis-à-vis d'agressions physiques et biologiques

Duramen : zone intérieure du bois qui, dans un arbre sur pied, ne contient plus de cellules vivantes et ne conduit plus la sève. Dans cette zone de bois, l'arbre a stocké des molécules durant sa croissance, lui conférant une certaine durabilité. Egalement appelé bois parfait ou bois de cœur

Duraminisation : transformation physico-chimique de l'aubier* en duramen*

Eco-certifié : qui répond aux exigences d'un label de développement durable (écologique, social et économique) lesquelles sont contrôlées par un organisme extérieur

EN : European Norm

ENGREF : Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et Forêts

ENSTIB : Ecole Nationale Supérieure des Technologies et Industries du Bois

Equarri : pièce de bois de forte section sensiblement carrée obtenu en dégrossissant une bille de bois

Etuvage : traitement du bois à la vapeur d'eau pour le ramollir avant cintrage, tranchage ou déroulage

Eurocode : Norme européenne de conception, de dimensionnement et de justification des structures de bâtiment et de génie civil

Exothermique : réaction qui dégage de la chaleur
 Figure : aspect décoratif remarquable

FLEGT : Forest Law for Enforcement, Governance and Trade. Système de licences attestant la légalité du produit importé en Europe selon les prescriptions des APV*

Fluage : déformation irréversible différée d'un matériau supportant une charge constante.

FSC : Forest Stewardship Council. Label qui certifie la gestion responsable des forêts.

Gerce : Fente superficielle pouvant apparaître sur la surface bois lors de son séchage

Hydrophile : qui présente une affinité pour l'eau

Hydrophobe : qui ne peut pas être mouillé

Hygroscopique : capacité d'un matériau à perdre et à reprendre de l'humidité en fonction de la température, et surtout, de l'humidité relative de l'air ambiant

Ignifugation : traitement permettant d'améliorer la tenue au feu d'un matériau

Imago : insecte à l'état adulte

Imprégnabilité : capacité d'un corps à absorber un liquide

Imputrescible : qui ne pourrit pas

Isotrope : qualification d'un matériau dont les propriétés sont identiques dans toutes les directions

Larve : forme embryonnaire, à l'état de ver, d'un insecte

Lignicole : qui vit à l'intérieur du bois

Lignivore : qui se nourrit du bois en le dégradant

Longitudinale : dans le sens des fibres du bois (contraire : transversal*)

Lunure : zone de bois non duraminisée* entourée de bois duraminisé*

Norme harmonisée : Norme commune et applicable dans tous les Etats de la Communauté Européenne

Nymphe : forme intermédiaire prise par un insecte entre la larve et l'imago*

OIBT : Organisation Internationale des Bois Tropicaux

Orthotrope : qualification d'un matériau dont les propriétés sont différentes selon 3 directions perpendiculaires les unes des autres

PEFC : Pan European Forest Certification Council. Label qui certifie la gestion responsable des forêts.

Poinçonnement : déformation d'une surface sous l'application d'une charge concentrée sur une zone localisée

Pourriture cubique : dégradation du bois provoquée par des champignons qui détruisent la cellulose sans altérer la lignine. Le bois qui présente de la pourriture cubique se colore en brun, se clive selon les trois plans orthogonaux et forme des petits cubes plus ou moins réguliers. Egalement appelée pourriture cubique ou pourriture brune.

Pourriture fibreuse : dégradation du bois provoquée par des champignons qui détruisent simultanément la cellulose et la lignine. Le bois qui présente de la pourriture fibreuse se décompose en petites fibres et prend une coloration très claire. Egalement appelée pourriture blanche.

Pourriture molle : dégradation du bois provoquée par des champignons qui détruisent la cellulose. Le bois qui présente de la pourriture molle se ramollit et devient spongieux.

PPECF : Programme de Promotion de l'Exploitation Certifiée des Forêts

Quartier : mode de débit dont la plus grande dimension de la section transversale* est orientée dans le sens radial*

Radial : orientation partant du cœur de l'arbre vers l'écorce, perpendiculaire aux cernes d'accroissement

RBUE : Règlement Bois de l'Union Européenne. Règlementation visant à écarter du marché communautaire le bois et les produits dérivés issus d'une récolte illégale. Egalement appelée EUTR : European Union Timber Regulation

REACH : Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals – Enregistrement,

évaluation, autorisation et restriction des produits chimiques

Résilience : aptitude d'un matériau à résister aux chocs et à reprendre sa structure initiale

RSE : concept dans lequel les entreprises intègrent les préoccupations sociales, environnementales, et économiques dans leurs activités et dans leurs interactions avec leurs parties prenantes sur une base volontaire

Singularité : particularité morphologique ou anatomique du bois susceptible d'affecter l'utilisation ou la mise en œuvre du matériau (noeud, fente, bois de réaction, poche de résine, gerce*...)

Subatmosphérique : inférieure à la pression atmosphérique

Tangentiel : qui est orienté de façon tangentielle aux cernes d'accroissement

Térébrant marin : mollusque qui creuse des galeries dans le bois

Thermoplastique : désigne une matière qui se ramollit lorsqu'elle est chauffée et qui redevient dure après chaque refroidissement

Thermodurcissable : désigne une matière solide qui ne peut pas fondre obtenue par une polymérisation irréversible

Transversal : dans le sens perpendiculaire aux fibres du bois, englobant les sens radial* et tangentiel*

Transfert : interaction chimique au niveau de la surface des substrats qui permet l'accroche de la colle

TROPIX : logiciel interactif du Cirad décrivant les propriétés de 245 essences tropicales

Viscoélastique : capacité d'un matériau à conserver et à restituer de l'énergie après déformation

Xylophage : organisme vivant dont le régime alimentaire est principalement composé de bois

RÉFÉRENCE PHOTOGRAPHIQUE

Photo 1 : Forêt sempervirente © JL. Doucet, NATURE +.....	4
Photo 2 : Cycle du carbone © F. Durand	6
Photo 3 : Nomenclature © P. Martin, ATIBT.....	9
Photo 4 : Couleurs variées des bois d'Afrique © M. Vernay.....	11
Photo 5 : Wengé © M. Vernay.....	11
Photo 6 : Grisaillement du bois © M. Vernay.....	12
Photo 7 : Placages reconstitués © ALPI.....	13
Photo 8 : Meuble © F. Codron, PELTIER BOIS	15
Photo 9 : Ferme de charpente © P. Martin, ATIBT	15
Photo 10 : Porte extérieure © F. Codron, PELTIER BOIS	15
Photo 11 : Portail extérieur © M. Vernay.....	15
Photo 12 : Ecluse © Imfoto	15
Photo 13 : Défenses © G. Scherrer	15
Photo 14 : Autoclave © P. Filius, ARCH TIMBER PROTECTION LTD.....	17
Photo 15 : Tension de surface du bois © P. Martin, ATIBT.....	20
Photo 16 : Humidimètre fonctionnant par résistivité © P. Martin, ATIBT.....	21
Photo 17 : Retrait du bois © M. Vernay	22
Photo 18 : Déformation des sections au séchage © P. Martin, ATIBT	23
Photo 19 : Séchage naturel sur plot © M. Vernay	25
Photo 20 : Principe du séchoir © P. Martin, ATIBT.....	25
Photo 21 : Image satellite du bassin du Congo © ONFI.....	27
Photo 22 : Déroulage © B. Demarquez, TEREAL.....	29
Photo 23 : Sciages © P. Martin, ATIBT.....	29
Photo 24 : Grumes marquées du label FSC © INTERHOLCO.....	34
Photo 25 : Ecole construite par une entreprise FSC © B. Demarquez, TEREAL.....	34
Photo 26 : Piste forestière dans une concession certifiée © M. Leblanc.....	35
Photo 27 : Charpente © P. Martin, ATIBT.....	39
Photo 28 : Poteaux lamellé-collé, gare d'Aix-en-Provence © M. Vernay.....	40
Photo 29 : Carrelets multi-plis © P. Martin, ATIBT.....	41
Photo 30 : Différentes compositions de contreplaqué © M. Vernay.....	42
Photo 31 : Face et contre-face de contreplaqué © M. Vernay.....	42
Photo 32 : Placage épais pour âme de contreplaqué © M. Vernay	43
Photo 33 : Placage tranché, pommelé et rubané ©M. Vernay.....	44
Photo 34 : Aménagement de façade en bardage bois © M. Vernay	45
Photo 35 : Aménagement de coursive en bardage bois © M. Vernay	45
Photo 36 : Fenêtre à deux vantaux © V. Pasquet, Menuiseries PASQUET	46
Photo 37 : Porte fenêtre à deux vantaux © V. Pasquet, Menuiseries PASQUET	46
Photo 38 : Claustra de séparation © kai4107.....	47
Photo 39 : Façade brise-soleil © M. Vernay.....	47
Photo 40 : Volets persiennés © V. Pasquet, Menuiseries PASQUET.....	48
Photo 41 : Volets pleins © M. Vernay	48
Photo 42 : Parquets © Y. Panaget, DESIGN PARQUET.....	49
Photo 43 : Parquets © Y. Panaget, DESIGN PARQUET.....	49
Photo 44 : Escalier © P. Garcia, MD CREATION	50
Photo 45 : Porte intérieur © V. Pasquet, Menuiseries PASQUET.....	51
Photo 46 : Moulures © E. Groutel, WALE.....	52

Photo 47 : Lambris © SFIO CRACHO	53
Photo 48 : Aménagement de cuisine © CIB.....	54
Photo 49 : Chaise © M. Vernay	55
Photo 50 : Escalier extérieur © WIJMA.....	56
Photo 51 : Terrasse © PARQUETERIE AIXOISE	57
Photo 52 : Profilés de lames de terrasse © M. Vernay	57
Photo 53 : Structure © WIJMA.....	58
Photo 54 : Bergère © M. Vernay	59
Photo 55 : Aire de jeu © P. Martin, ATIBT.....	59
Photo 56 : Portail © M. Vernay.....	60
Photo 57 : Portail © F. Codron, PELTIER BOIS	60
Photo 58 : Brise-vent Kastrup © WIJMA.....	61
Photo 59 : Pergola © Santiago Cornejo	61
Photo 60 : Estacade © M. Vernay	62
Photo 61 : Défenses de quai © WIJMA.....	63
Photo 62 : Pont © WIJMA.....	64
Photo 63 : Berge © WIJMA.....	64
Photo 64 : Ecrans acoustiques réfléchissants sur voie routière © M. Vernay	65
Photo 65 : Ecrans acoustiques absorbants sur voie de chemin de fer © M. Vernay	65
Photo 66 : Tins colisés pour le transport maritime © M. Vernay	66
Photo 67 : Tins © F. Codron, PELTIER BOIS.....	66
Photo 68 : Traverses d'une ligne d'aiguillage © WIJMA	66
Photo 69 : Charpente lourde © M. Vernay.....	67
Photo 70 : Plancher industriel © Fotos593	67
Photo 71 : Fond de remorque © V. Legris, SBLF	68
Photo 72 : Bordé du Kap Kaval © Y. Le Berre, PAOTRED AR VRO DE PENMARC'H.....	69
Photo 73 : Pont de yacht © PETTAVINO	69
Photo 74 : Aménagement intérieur de yacht © AGUTI YACHTS	70
Photo 75 : Ponton de plaisance © WIJMA.....	71
Photo 76 : Ponton fixe © M. Vernay.....	71
Photo 77 : Baquet © Bhakpong	72
Photo 78 : Tonneaux © Who is Danny.....	72
Photo 79 : Jeu de solitaire © M. Vernay.....	73
Photo 80 : Tournage © FreeProd33	73
Photo 81 : Manches de couteau © S. Berthomme, FAROL.....	73
Photo 82 : Manches d'outil © M. Vernay	74
Photo 83 : Touches de piano © Sunny_baby	75
Photo 84 : Clarinette © Africa Studio	75
Photo 85 : Table et barrages d'une guitare © Luciano Queiroz	75
Photo 86 : Sculpture © Petar Tasevski.....	76
Photo 87 : Sculpture © Art65395.....	76
Photo 88 : Caisses © M. Vernay.....	77
Photo 89 : Barquette alimentaire © divgradcurl.....	77
Photo 90 : Palette © M. Vernay	77

ANNEXES

ANNEXE 1 : DURABILITÉ NATURELLE DES BOIS (DURAMEN*)

NOM PILOTE ATIBT	MV MIN KG/M ³	MV KG/M ³	MV MAX KG/M ³	CHAMPIGNON	HYLOTRUPES	ANOBIUM	TERMITES	IMPRÉGNABILITÉ*	AUBIER	LARGEUR AUBIER	TÉRÉBRANTS MARINS
ABURA	550	560	600	5	S	S	S	2	1	m	S
ACAJOU D'AFRIQUE	490	520	530	3	D	S	S	4	2	f	S
AFRORMOSIA	680	690	710	1-2	D	D	D	4	1	tf	S-M
AIÉLÉ	490	500	530	5	nd	nd	S	4	1	m	S
AKO	430	450	460	5	S	S	S	1	1	x	S
ALEP	950	1050	1150	1	D	D	D	4	nd	m	D
ANIÉGRÉ	540	580	630	4	S	S	S	1	1	X	S
ANGUEUK	800	900	950	2	D	D	D	3	ND	M	S
AVODIRÉ	540	550	560	4	S	S	S	4	1	X	S
AWOURA	700	750	850	3	D	D	S-M	3	ND	L	S
AYOUS	370	390	400	5	S	S	S	3	1	X	S
AZOBÉ	950	1060	1100	2V	D	D	D	4	2	F	M-D
BÉTÉ	600	610	620	1	D	D	M	4	1	F	S
BILINGA	740	750	780	1	ND	ND	D	2	1	F	M-D
BOSSÉ CLAIR	570	580	630	2V	D	D	S	4	1	M	S
BOSSÉ FONCÉ	600	690	850	2	ND	ND	S	4	1	M	ND
BUBINGA	700	830	910	2	D	D	D	4	1	F	S-M
CORDIA D'AFRIQUE	520	540	550	2	D	D	M	1	3	F	S
COULA	900	1000	1100	1	D	D	D	3	ND	F	S
DABÉMA	600	700	800	3	D	D	D	2	ND	F-L	S
DIBÉTOU	520	550	590	3-4	D	D	S	3-4	2	F	S
DIFOU	750	850	950	1	D	D	D	3	ND	M	S
DOUKA	620	660	720	1	D	D	D	4	2	M	D
DOUSSIÉ	730	800	830	1	D	D	D	4	2	F	S
EVEUSS	1000	1050	1150	1	D	D	D	3	ND	ND	S
EYONG	700	730	800	4	S	S	S	3-4	1	X	S
EYOUN	800	950	1050	1	D	D	D	4	ND	F-M	S
FARO	480	490	510	4-5	ND	ND	S	2-3	1	L	ND
FRAMIRÉ	520	550	560	2-3	S	S	S	4	2	(X)	S
FUMA	290	320	350	5	S	S	S	1	1	X	S
ILOMBA	440	480	510	5	S	S	S	1	1	X	S
IROKO	630	650	670	1-2J	D	D	D	4	1	M	D
KONDROTI	470	480	490	5	D	D	S	1	1	L	S
KOSIPO	640	670	720	2-3	D	D	M	3	1	F	S
KOTIBÉ	710	730	760	3V	D	D	M-D	3-4	1-2	F	S
KOTO	510	560	630	5	ND	ND	S	1	1	X	ND
LATI	730	750	770	3	ND	ND	S	4	2	M	S
LIMBA	550	560	600	4	S	S	S	2	1	(X)	S
LIMBALI	700	800	900	2	D	D	S-M	3	ND	M	S
LONGHI	700	730	800	4	S	S	S	1	2	X	S
MAKORÉ	620	660	720	1	D	D	D	4	2	M	D
MOABI	770	800	830	1	D	D	D	3-4	ND	M	D
MOVINGUI	690	710	740	3	D	D	M	4	ND	F	S
NIANGON	670	680	710	3	D	D	M-D	4	3	M	S
OKAN	850	920	960	1	D	D	D	4	3	F	D
OKOUMÉ	430	440	450	4	D	D	S	3	ND	F	S
OVENGKOL	720	780	820	2	D	D	D	3	1	M	S
PADOUK	720	740	820	1	D	D	D	2	ND	M	D
SAPELLI	640	650	700	3	D	D	M	3	2	M	S
SIPO	590	640	660	2-3	D	D	M	4	2	M	M
TCHITOLA	590	610	640	3	D	D	M	3-4	1	L	S
TIAMA	550	560	570	3	D	D	S	4	3	L	S
TOLA	480	500	510	2-3	S	S	S	3	1	M	S
WENGÉ	780	830	900	2	D	D	D	4	ND	F	S

La durabilité vis-à-vis des champignons : 1 = très durable ; 2 = durable ; 3 = moyennement durable ; 4 = faiblement durable ; 5 = non durable

La durabilité vis-à-vis des insectes à larves xylophages*, Hylotrupes (capricorne des maisons) ou Anobium (petite vrillette) : S = sensible ou D = durable

La durabilité vis-à-vis des termites : S = sensible, M = moyennement durable ou D = durable

La durabilité vis-à-vis des térébrants marins* : D = durable ; M = moyennement durable ; S = sensible.

L'imprégnabilité* : 1 = imprégnable ; 2 = moyennement imprégnable ; 3 = peu imprégnable ; 4 = non-imprégnable

La largeur de l'aubier : tf < 2 cm ; f < 5 cm ; m < 10 cm ; l > 10 cm ; x sans distinction

« nd » = performance non déterminée.

ANNEXE 2 : NORME PRÉCISANT LES CLASSES MÉCANIQUES DES BOIS TROPICAUX

ESSENCES	CLASSES MÉCANIQUES	NORMES DE CLASSEMENTS VISUELS
ACAJOU CAILCEDRAT	D24	NF B 52-001
ANDOUNG	D30	NF B 52-001
AWOURA	D40	NF B 52-001
AYOUS	D18	NF B 52-001
AZOBÉ	D70	NEN 5493
AZOBÉ	D70	BS 5756
AZOBÉ	D50	NF B 52-001
BÉTÉ	D35	NF B 52-001
BILINGA	D50	BS 5756
BILINGA	D35	NF B 52-001
BOMANGA	D24	NF B 52-001
BOSSÉ	D30	NF B 52-001
BUBINGA	D40	NF B 52-001
CELTIS D'AFRIQUE	D35	NF B 52-001
DABÉMA	D30	NF B 52-001
DOUSSIÉ	D40	NF B 52-001
EKOUNE	D24	NF B 52-001
FARO	D18	NF B 52-001
IATANDZA	D24	NF B 52-001
ILOMBA	D18	NF B 52-001
IROKO	D40	BS 5756
IROKO	D30	NF B 52-001
KANDA	D35	NF B 52-001
LIMBA	D24	NF B 52-001
LIMBALI	D40	NF B 52-001
LONGHI	D40	NF B 52-001
MAKORÉ	D30	NF B 52-001
MUKULUNGU	D40	NF B 52-001
NIANGON	D35	NF B 52-001
NIOVÉ	D50	NF B 52-001
OKAN	D40	NEN 5493
OKAN	D40	NF B 52-001
OKOUMÉ	D18	NF B 52-001
OVENGKOL	D40	NF B 52-001
PADOUK	D40	NF B 52-001
SAPELLI	D40	BS 5756
SAPELLI	D35	NF B 52-001
TALI	D40	NEN 5493
TALI	D40	NF B 52-001
TIAMA	D18	NF B 52-001
TOLA	480	500

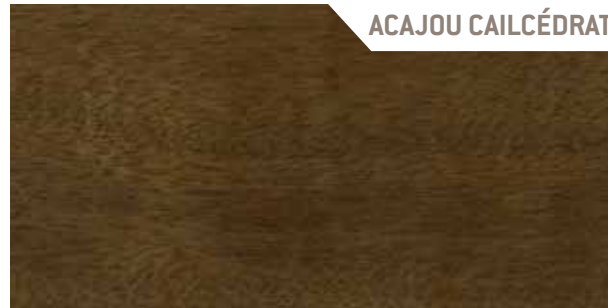
ANNEXES

ANNEXE 3 : ASPECTS ET TEXTURES DES ESSENCES

ABURA



ACAJOU CAILCÉDRAT



ACAJOU D'AFRIQUE



AFRORMOSIA



AIELÉ



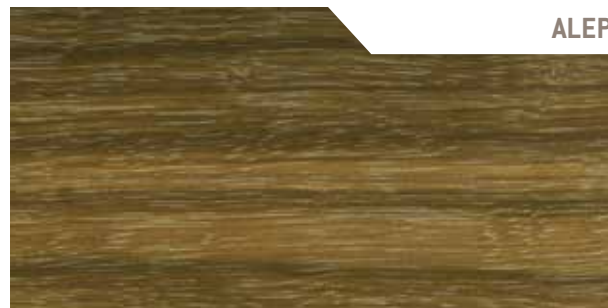
AKO



AKOSSIKA



ALEP



ANDOUNG



ANGUEUK



© D. Guibal, Cirad

ANIÉGRÉ



AVODIRÉ



AWOURA



AYOUS



AZOBÉ



BÉTÉ



BILINGA



BODIOA



BOMANGA



BOSSÉ CLAIR



© D. Guibal, Cirad

ANNEXE 3 : ASPECTS ET TEXTURES DES ESSENCES



BOSSÉ FONCÉ



BUBINGA



CONGOTALI



CORDIA D'AFRIQUE



COULA



DABÉMA



DIANIA



DIBÉTOU



DIFOU



DOUKA

© D. Guibal, Cirad



DOUSSIÉ



EBÈNE D'AFRIQUE



EBIARA



EKABA



EKOUNE



EMIEN



ESSESSANG



ESSIA



ETIMOÉ



EVEUSS

© D. Guibal, Cirad

ANNEXE 3 : ASPECTS ET TEXTURES DES ESSENCES



EYONG



EYOUM



FARO



FRAMIRÉ



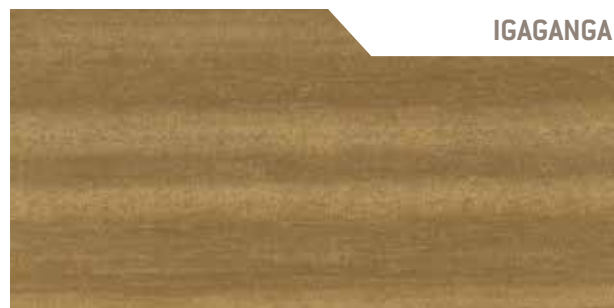
FUMA



GOMBÉ



IATANZA



IGAGANGA



ILOMBA



IROKO

© D. Guibal, Cirad



IZOMBÉ



KANDA



KONDRITI



KOSIPO



KOTIBÉ



KOTO



LANDA



LATI



LIMBA



LIMBALI

© D. Guibal, Cirad

ANNEXE 3 : ASPECTS ET TEXTURES DES ESSENCES

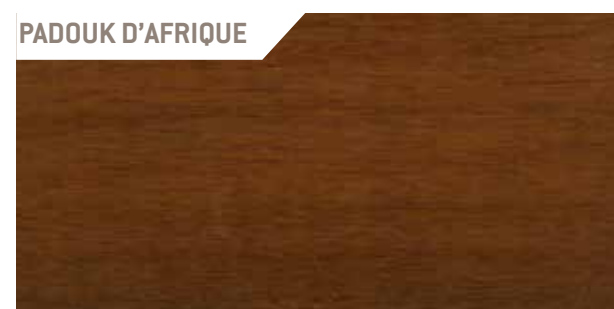


© D. Guibal, Cirad

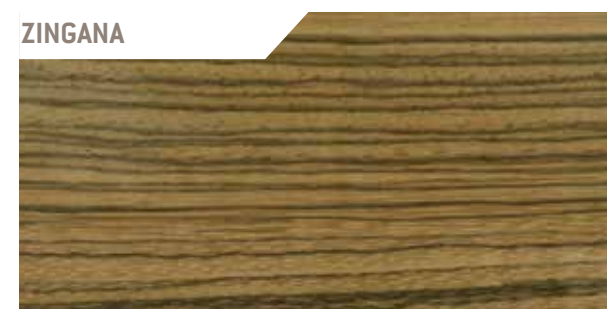


© D. Guibal, Cirad

ANNEXE 3 : ASPECTS ET TEXTURES DES ESSENCES



© D. Guibal, Cirad



© D. Guibal, Cirad

© ATIBT, 2016

ISBN : 979-10-94410-01-1

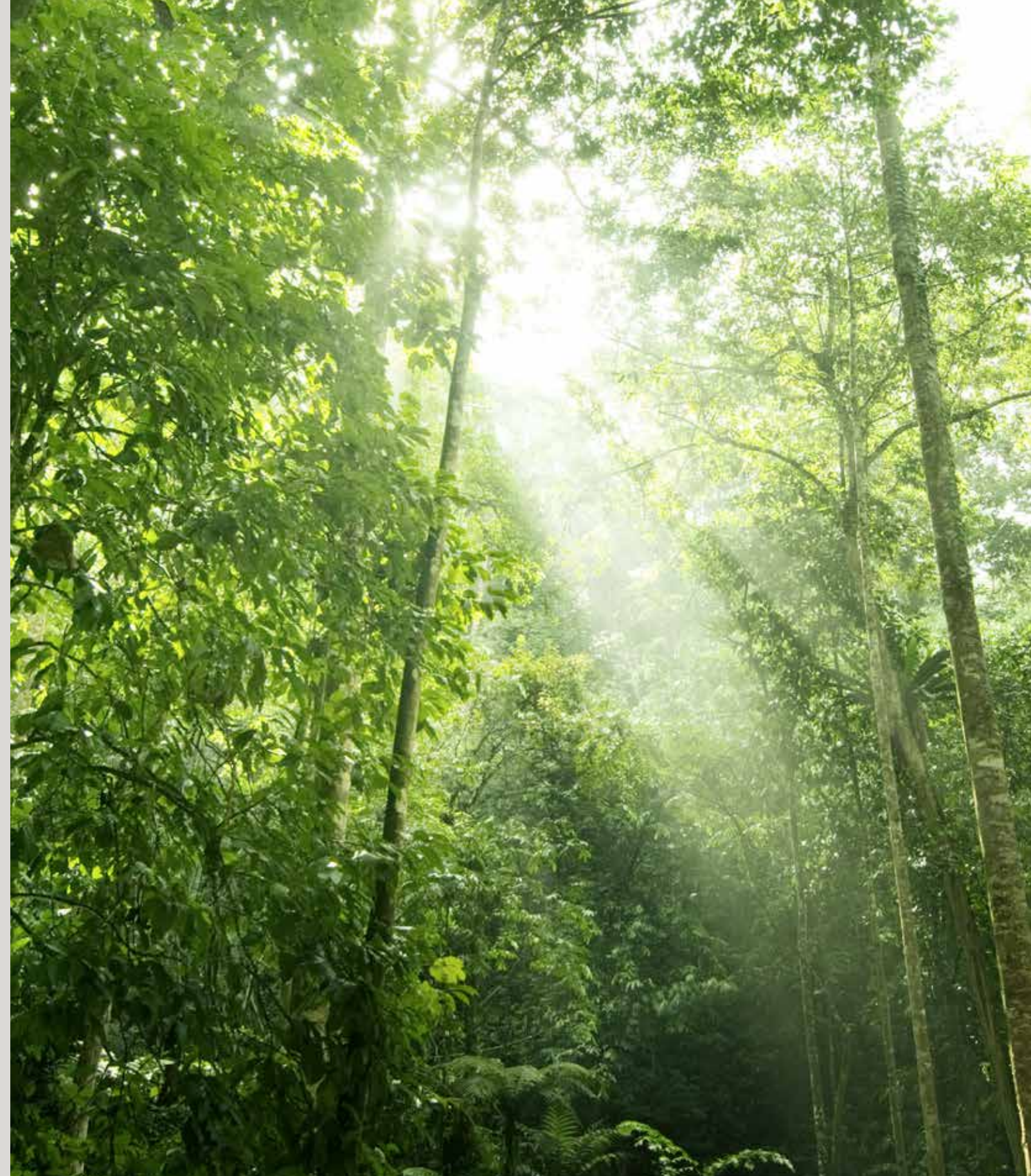
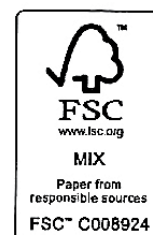
Ce document relève de la seule responsabilité de l'ATIBT, les organismes soutenant cet ouvrage ne peuvent être tenus responsables des éventuelles erreurs ou omissions qu'il contiendrait. Aux termes du Code de la propriété intellectuelle, toute reproduction ou représentation, intégrale ou partielle de la présente publication, faite par quelque procédé que ce soit (reprographie, microfilmage, scannérisation, numérisation...) sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. L'autorisation d'effectuer des reproductions par reprographie doit être obtenue auprès du Centre Français d'exploitation du droit de Copie (CFC) - 20, rue des Grands-Augustins 75006 PARIS - Tél : 01 44 07 47 70 - Fax 01 46 24 67 19.

Imprimé sur papier FSC par un imprimeur détenant le label Imprim'vert.

Achévé d'imprimer par Nii - 14460 COLOBELES - 02 31 70 88 10 - Imprimé en France

Création et mise en page : Pascal LOUAIL - Photos fonds de couverture : 1^{ère} de couverture

© Angelo Sarnacchiaro - 3^{ème} de couverture © Szefei



**atibt**

LA RÉFÉRENCE EN MATIÈRE DE BOIS TROPICAL