



POUR UNE GESTION DURABLE DES FORÊTS TROPICALES

COLLAGE APPLIQUÉ AUX BOIS MASSIFS :

UN LEVIER TECHNOLOGIQUE AU SERVICE
DES BOIS TROPICAUX AFRICAINS

Jean Gérard, CIRAD / Emmanuel Groutel, WALE

www.atibt.org

FAIR &
PRECIOUS
BY atibt
ÉDITIONS

ASP
CAMEROON



TABLE DES MATIÈRES

Glossaire	7
1. Contexte général et problématique	8
2. Enjeux spécifiques et avantages de la reconstitution des bois massifs par collage	9
3. Objectifs, environnement, et périmètre de l'étude	11
4. De l'origine des bois massifs reconstitués par collage	12
5. Terminologie technique des bois massifs collés et des technologies associées	13
5.1. Les produits de structure	13
5.1.1. Bois massifs aboutés (BMA)	14
• Définition du produit et domaines d'utilisation	14
• Caractéristiques et performances	14
5.1.2. Bois massifs reconstitués (BMR)	17
• Définition du produit et domaines d'utilisation	17
• Caractéristiques et performances	17
5.1.3. Bois lamellés-collés (BLC)	18
• Définition du produit et domaines d'utilisation	18
• Caractéristiques et performances	18
5.1.4. Les panneaux bois lamellés-croisés (ou CLT, Cross Laminated Timber)	22
• Définition du produit et domaines d'utilisation	22
• Caractéristiques et performances	22
5.2. Les produits non structurels pour menuiserie et pour agencement	24
5.2.1. Bois massifs aboutés (BMA)	24
5.2.2. Carrelets de menuiserie lamellés-collés	24
• Définition du produit et domaines d'utilisation	24
• Caractéristiques et performances	25
• Utilisation d'essences en mélange	26
5.2.3. Panneaux lamellés-collés	32
• Définition du produit et domaines d'utilisation	32
• Caractéristiques et performances	32
5.2.4. Panneaux multi-plis	34
• Définition du produit et domaines d'utilisation	34
• Caractéristiques et performances	34

6. Les adhésifs pour le collage des bois massifs	36
6.1. Préambule : principales catégories d'adhésifs pour le collage du bois	36
6.2. Les adhésifs non structuraux.....	37
6.2.1. Classification des collages non structuraux	37
6.2.2. Colles vinyliques (Polyvinyl acétate, = PVAc)	38
6.2.3. Les polyuréthanes.....	39
* Les polyuréthanes monocomposants	39
* Les polyuréthanes bi-composants ou EPI.....	39
6.2.4. Adhésifs ne relevant pas de la classification des collages non structuraux	40
* Les adhésifs thermofusibles (Hot Melt).....	40
* Les adhésifs néoprènes (colles contact).....	40
6.3. Les adhésifs structuraux	41
6.3.1. Classes de service et classements techniques des adhésifs structuraux.....	41
6.3.2. Les adhésifs thermodurcissables de nature phénolique et aminoplastes	43
* Les colles urée-formol (UF)	43
* Les colles mélamine-urée-formol (MUF)	43
* Les colles résorcine (résorcine-phénol-formol, RPF).....	43
6.3.3. Les adhésifs polyuréthanes et les EPI (Emulsion Polymer Isocyanates)	44
6.3.4. Les colles epoxy.....	44
7. Caractéristiques des adhésifs et mécanismes physico-chimiques du collage du bois	45
7.1. Caractéristiques physico-chimiques des adhésifs	45
7.1.1. Densité.....	45
7.1.2. Viscosité dynamique	45
7.1.3. Extrait sec.....	45
7.1.4. pH	45
7.2. Caractéristiques d'usage des adhésifs et mécanismes physico-chimiques du collage du bois.....	46
7.2.1. Grammage ou consommation	46
7.2.2. Durée de vie (shelf life).....	46
7.2.3. Point de craie	46
7.2.4. Temps de vie en pot ou durée pratique d'utilisation (DPU), ou pot life	47
7.2.5. Temps de gel (pour les thermodurcissables)	47
7.2.6. Temps de gommage	47
7.2.7. Temps d'assemblage ouvert (TAO)	47
7.2.8. Temps d'assemblage fermé (TAF).....	48
7.2.9. Pression de collage	48
7.2.10. Polymérisation des adhésifs.....	48
7.2.11. Stabilisation.....	48
8. Mise en œuvre du collage du bois	49
8.1. Conditions de mise en œuvre.....	49
8.1.1. Taux d'humidité du bois.....	49
8.1.2. Usinage des bois.....	49

8.2. Préparation des adhésifs	49
8.2.1. Stockage	49
8.2.2. Pompage	50
8.2.3. Mélange des produits bi-composants	50
8.3. Application des adhésifs pour le collage des bois massifs	50
8.3.1. Encolleuse à rouleaux	50
8.3.2. Encolleuse à rideau	50
8.3.3. Encollage à cordon	50
8.3.4. Encollage des entures d'aboutage	50
9. Synthèse : domaines d'application du collage des bois massifs, adhésifs correspondants, et équipements d'encollage et de pressage associés	51
10. Marques de qualité et certifications disponibles en Europe pour le collage des bois massifs	52
10.1. Laboratoires et organismes européens intervenant dans la qualification et la certification des collages des bois massifs	52
10.1.1. Allemagne	52
10.1.2. Finlande	52
10.1.3. France	52
10.1.4. Italie	53
10.1.5. Pays-Bas	53
10.1.6. Royaume-Uni	53
10.1.7. Suède	53
10.2. Certifications Acerbois GLULAM et Acerbois BMR	54
10.3. CTB LCA (Lamellés collés aboutés)	55
10.3.1. Synthèse du référentiel de certification CTB LCA	55
10.3.2. Les titulaires de la Marque de Qualité CTB Lamellés Collés Aboutés	56
10.4. KOMO	57
10.5. Autres normalisations de référence en Europe et hors Europe	58
Perspectives	59
Références bibliographiques	63
Normes et fascicules documentaires mentionnés	65
Principales références webographiques utilisées	67
Annexe 1. Exemple de certificat de qualité LCB-LCA	68
Annexe 2. Exemple de certificat de qualité KOMO pour des bois aboutés non structuraux	70
Annexe 3. Exemple de certificat de qualité KOMO pour des bois lamellés-collés non structuraux	72



GLOSSAIRE

AKA : cette dénomination particulière d'un carrelet multiplis signifie que les plis extérieurs sont aboutés avec une longueur entre aboutages supérieure à 80 cm et un aspect des bois homogène.

BLC : bois lamellé-collé

BMA : bois massif abouté

BMR : bois massif reconstitué

CLT : *cross laminated timber*, panneaux bois lamellés-croisés habituellement constitués de 3, 5 ou 7 couches (plis) de planches de bois raboté sec, empilées perpendiculairement (couches croisées).

DDD : carrelet 3-plis dont aucun pli n'est abouté.

DKD ou DKKD : carrelet 3-plis ou 4-plis dont les plis extérieurs sont en bois massif d'une seule pièce (vocation esthétique du carrelet) ; seule la (ou les) lamelle(s) centrales peu(ven)t être aboutée(s).

DKK : carrelet 3-plis dont deux plis sont aboutés et un pli en face est massif.

EWP : *Engineered wood products*

KKK ou KKKK : carrelet 3-plis ou 4-plis dont tous les plis (intérieurs et extérieurs) sont en bois abouté (permet d'obtenir des grandes longueurs et ainsi d'optimiser les découpes).

Laminated Scantling (ou *Lamscant* ou *Scantling*) : carrelet massif multiplis

Lamscant (ou *Scantling* ou *Laminated scantling*) : carrelet massif multiplis

LKTS : *Lesser known Timber Species*

Low tech (= basses technologies) : désigne une catégorie de techniques durables, simples et appropriables.

LSL : *Laminated Strand Lumber*, matériau obtenu par collage de placages de bois disposés à fils parallèles, encollés et pressés en continu ; l'épaisseur maximum de chaque placage est de 3 mm ; leur longueur moyenne est au moins égale à 150 fois l'épaisseur.

LVL : *Laminated Veneer Lumber*, = lamibois. Matériau composite à vocation essentiellement structurelle constitué de couches de placages de bois dont les fibres sont principalement orientées dans la même direction ; la présence de placages à fils croisés est possible.

OSB : *Oriented Strand Board*, = panneau à copeaux orientés.

OSL : *Oriented Strand Lumber*, matériau constitué de lamelles de bois dont les fibres sont principalement orientées dans le sens de la longueur, de dimension minimale 0,10 pouce (2,54 mm), et de longueur moyenne comprise entre 75 et 150 fois la dimension minimale des lamelles.

Panneaux de process : panneaux pressés à plat et reconstitués à partir de petits éléments de bois ou d'autres matières lignocellulosiques (lin, chanvre, co-produits agricoles...). Ces petits éléments sont agglomérés entre eux à l'aide d'une colle organique, un liant hydraulique ou par le simple pouvoir collant de la fibre lignocellulosique. La fabrication de ces produits requiert un processus en continu. Ces panneaux regroupent 3 principales familles de produits : les panneaux de particules, les panneaux de fibres, et les panneaux OSB (*Oriented Strand Board*, = panneau à copeaux orientés).

PSL : *Parallel Strand Lumber*, matériau obtenu par collage de placages de bois disposés à fils parallèles, encollés et pressés en continu ; l'épaisseur maximum de chaque placage est de 6 mm ; leur longueur moyenne est au moins égale à 300 fois l'épaisseur.

Scantling (ou Lamscant ou Laminated scantling) : carrelet massif multiplis

CONTEXTE GÉNÉRAL & PROBLÉMATIQUE

La demande mondiale en bois s'inscrit dans une dynamique forte et continue de croître, les échanges mondiaux ayant ainsi doublé durant ces quinze dernières années (FAO 2022¹).

D'autre part, l'utilisation du bois joue un rôle majeur dans la décarbonation, notamment par ses applications dans la construction qui constitue 80 % des utilisations des bois, aussi bien tropicaux que tempérés.

Pour que les essences tropicales gérées de manière responsable, notamment les LKTS (*Less Known Timber Species*), puissent répondre aux attentes du marché, il est essentiel de comprendre l'évolution des besoins des utilisateurs. Il convient également de proposer de nouveaux produits adaptés, d'améliorer les rendements et de créer de la valeur partagée.

C'est ainsi que le développement des techniques de reconstitution des bois massifs par collage peut y contribuer de façon majeure.

La fabrication puis la mise en œuvre de ces produits d'ingénierie² doit bien évidemment reprendre les fondamentaux de la gestion forestière durable écocertifiée : traçabilité du produit, objectif zéro-déforestation, bilan carbone, sécurité au travail, respect et participation des communautés de femmes et d'hommes, contribution à la création de valeur partagée et au développement local de l'emploi dans les pays producteurs, renforcement des capacités des opérateurs intervenant dans les processus de production, ouvriers, techniciens et encadrement (Groutel, 2023)³.

Il faut de plus souligner que le développement des techniques de reconstitution des bois massifs par collage est associé à une approche *Produit* et non une approche *Essence*.

Dans certains pays, cette approche novatrice conduit à modifier les pratiques professionnelles mais aussi certaines législations ou systèmes douaniers et fiscaux. Là encore, l'approche doit être conduite par le marché et non par des directives imposées.

Cela implique au préalable de définir de façon précise et rigoureuse les produits ciblés, leur champ d'application et les marchés associés, en mettant l'accent notamment sur les marchés locaux dans les régions de production. Les opérateurs de la filière, forestiers, premiers transformateurs, metteurs en marché, seconds transformateurs, distributeurs, sont en attente de ces informations et données relatives aux solutions que sont devenues les bois tropicaux massifs reconstitués par collage issus d'une gestion durable.

Aujourd'hui, les techniques de reconstitution des bois massifs par collage sont principalement mises en œuvre pour les essences résineuses ou issues de plantations en région tropicale (eucalyptus). La normalisation correspondante a donc logiquement été mise en place pour ces bois. En conséquence, son application doit souvent être adaptée pour tenir compte des spécificités des bois feuillus, notamment des feuillus tropicaux.

1. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/FO>

2. = EWP, Engineered wood products

3. Groutel, 2023. Bois collés : une opportunité pour les bois tropicaux gérés de façon soutenable. Note technique. https://drive.google.com/drive/folders/1Sn1mIKkTbE_i1gzRqdxuyoSbmAzT51iy

ENJEUX SPÉCIFIQUES ET AVANTAGES DE LA RECONSTITUTION DES BOIS MASSIFS PAR COLLAGE

Comme indiqué précédemment, les techniques de reconstitution par collage appliquées aux bois tropicaux massifs contribuent à mieux valoriser la ressource exploitée et à rationaliser son utilisation.

Elles contribuent notamment à améliorer les rendements matière aux différentes étapes de la chaîne de production-transformation, et à diminuer les coûts de transport maritime en mettant en marché des produits finis ou semi-finis prêts à l'emploi.

Leur application aux LKTS contribue à favoriser un prélèvement plus équilibré dans les formations forestières naturelles en limitant la pression de l'exploitation sur les essences habituellement les plus recherchées.

Ces techniques sont notamment adaptées à des bois qui pourraient être, suivant les pays, peu valorisés et/ou délaissés, de formats très variés, disponibles aux différents stades de la filière [Gérard, 1999⁴] :

- * Essences faiblement disponibles et dont l'exploitation ne permet pas de constituer des lots commerciaux de volume suffisant.
- * Grumes de petit diamètre.
- * Grumes mal conformées dont il est très difficile sinon impossible de tirer des pièces massives de dimension satisfaisante.

* Bois posant des problèmes durant leur transformation : faibles rendements matière au sciage, problèmes de séchage pour les bois nerveux.

* Bois présentant des défauts abondants et/ou rédhibitoires qu'il est nécessaire de purger avant utilisation, d'où la production de pièces de petite dimension.

* Bois sciés déclassés ne répondant pas aux exigences des marchés.

* Débits courts ou étroits (*short et narrows*).

L'utilisation du bois, matériau naturel et renouvelable, permet de réduire l'empreinte carbone de la construction, de lutter contre l'émission de gaz à effet de serre et d'améliorer notre cadre de vie. Cependant, le caractère naturel et l'origine vivante de ce matériau sont à l'origine de contraintes qui peuvent limiter l'utilisation du bois massif dans la construction [Kupferle, 2023]⁵:

- la longueur et les sections que l'on peut extraire d'une grume peuvent être limitées,
- certaines essences sont sensibles aux attaques d'agents biologiques (champignons lignivores, insectes, termites) ce qu'il faut prendre en compte pour assurer la pérennité de l'ouvrage,
- la sensibilité des bois aux variations d'humidité doit être prise en compte,
- la présence de défauts et la variabilité du bois peuvent impacter ses conditions d'utilisation.

4. Gérard J., 1999 : Les spécificités du collage des bois tropicaux : valorisation des essences secondaires et collage multi-essence. Annales GC Bois, numéro spécial "Collage structural", p 15-29. <https://agritrop.cirad.fr/263849/>

5. Kupferle F., 2023. Matériaux et composants bois pour l'ingénierie. Module de formation e-learning. LCB-idh-STTC-Wale. <https://drive.google.com/file/d/1xgwtTkx2qKILkOpkKN-f9f3RuE9hUlqq/view?usp=sharing>

Le développement de l'usage du bois dans la construction passe par la réalisation de structures porteuses (le gros-œuvre) et d'éléments d'envergure comme les façades, et nécessite donc :

- de repousser les limites dimensionnelles,
- de maîtriser voire d'améliorer les performances du bois,
- de maîtriser les risques de déformations pendant sa durée d'utilisation.

Les bois massifs reconstitués par collage sont des produits dont les caractéristiques répondent aux besoins des marchés et des utilisateurs :

- * Produits plus stables que les bois massifs.
- * Produits de grande longueur / dimension (carrelets, poutres, panneaux) qui sont ensuite utilisés comme une matière première de base par les seconds transformateurs.

Ces produits peuvent être destinés à des marchés associés à des contraintes techniques de différentes natures (menuiserie extérieure, lambourdes, mobilier, etc.).

Depuis le début des années 2000, la montée en puissance des produits-bois reconstitués par collage est notamment liée à l'amélioration des performances des colles aujourd'hui mises en marché.

Il faut souligner que les investissements nécessaires pour des chaînes de collage de type industriel obligent à sécuriser les

activités dans le long terme. Une visibilité accrue doit être apportée aux investisseurs quant aux aspects fiscaux, douaniers et liés aux législations forestières et associées.

Certaines chaînes de fabrication de produits collés comme les **bois massifs aboutés** peuvent aussi être envisagées avec des investissements plus limités pouvant mettre en œuvre des technologies relevant du *low-tech*⁶.



© ATIBT CONGO

D'autre part, certaines modifications de législations (mélanges d'essences) ou tarifications douanières (soutien à la transformation locale) imposent une prise en compte en amont par les autorités compétentes.

Enfin, cela oblige à assurer une traçabilité particulière selon les schémas de certifications retenus.

La présente étude et les résultats de l'analyse documentaire correspondants viennent compléter les ouvrages récemment publiés sur les usages des bois tropicaux (Martin et Vernay 2016⁷ ; Martin et Groutel 2023⁸ ; Gérard et Cuveillier 2024⁹).

6. = basses technologies : désigne une catégorie de techniques durables, simples et appropriables.

7. Martin P., Vernay M., 2016. Guide d'utilisation des bois africains éco-certifiés en Europe. Tome 1, ATIBT, 100 p. <https://www.atibt.org/files/upload/technical-publications/ATIBT-GUIDE-BOIS-AFRICAINS-NUM-V2.pdf>

8. Martin P., Groutel E., 2023. Guide d'utilisation locale des bois d'Afrique centrale. ATIBT – RIFFEAC, 116 p. <https://www.atibt.org/files/upload/technical-publications/ATIBT-GUIDE-TOME-2-FSC.pdf>

9. Gérard J., Cuveillier P., 2025. Guide de performances & d'exigences fonctionnelles des ouvrages en bois tropicaux africains. ATIBT, CIRAD, LCB, Fair&Precious, 82 p. https://www.atibt.org/files/upload/technical-publications/guide_de_performance_des_ouvrages_africains/ATIBT-GUIDE-DE-PERFORMANCE-DES-OUVRAGES-EN-BOIS-V5.pdf

3.

OBJECTIFS, ENVIRONNEMENT, ET PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE



© ATIBT CONGO

L'objectif général de l'étude est d'ouvrir notamment de nouvelles voies de valorisation des LKTS par la mise en œuvre des techniques de reconstitution des bois massifs par collage, en ciblant notamment les marchés locaux et régionaux dans les zones de production.

Conduite dans le cadre du projet [ASP - Pacte Vert Cameroun](#)¹⁰, son objectif spécifique est d'établir un bilan des connaissances disponibles sur le collage des bois tropicaux, ses opportunités, les contraintes associées, ainsi qu'une typologie descriptive des produits existants.

Les groupes de produits suivants sont exclus du périmètre de l'étude : panneaux constitués de placages ou fragment de placages (contreplaqués, LVL, LSL, PSL, OSL)¹¹, panneaux de process¹², parquets massifs reconstitués.

L'étude a été conduite en synergie avec le volet Amélioration des rendements en usine du projet ASP-PV Cameroun conduit par [A.F Bois](#)¹³ et dont les problématiques rejoignent celles associées à une meilleure valorisation des ressources forestières ligneuses, à la valorisation des LKTS, et au développement de produits- bois massifs reconstitués par collage.

Ce volet du projet a conduit à l'élaboration de quatre fiches synthétiques d'aide aux entreprises pour une amélioration des rendements en usine, portant successivement sur la valorisation des coproduits, les process économes, l'impact des contrats commerciaux, et la méthode du coût marginal¹⁴.

De même, la présente étude a été conduite en relation avec les activités de soutien apportées au projet ASP-PV Cameroun par [Stichting Probos](#)¹⁵, soutien portant sur la commercialisation des espèces de bois moins connues (LKTS¹⁶) du Cameroun¹⁷.

10. Appui au secteur privé forestier et à la filière du bois au Cameroun pour le pacte vert (ASP Cameroun PV) <https://www.atibt.org/fr/p/255/asp-pacte-vert-cameroun>

11. Voir glossaire en début de document.

12. Panneaux pressés à plat et reconstitués à partir de petits éléments de bois ou d'autres matières lignocellulosiques (lin, chanvre, co-produits agricoles...). Ces petits éléments sont agglomérés entre eux à l'aide d'une colle organique, un liant hydraulique ou par le simple pouvoir collant de la fibre lignocellulosique. La fabrication de ces produits requiert un processus en continu. Ces panneaux regroupent 3 principales familles de produits : les panneaux de particules, les panneaux de fibres, et les panneaux OSB (Oriented Strand Board, = panneau à copeaux orientés).

13. www.afbois.fr

14. Anquetil F., 2025. Le rendement matière en scierie - Les coproduits. 4p.

Anquetil F., 2025. Le rendement matière en scierie - Les process économes. 4 p.

Anquetil F., 2025. Le rendement matière en scierie - Impact des contrats commerciaux. 3 p.

Anquetil F., 2025. Coût marginal et rendement matière. 3 p.

15. <https://www.probos.nl/en/>

16. *Lesser Known Timber Species*

17. Ces activités ont été organisées en quatre volets : (1) Évaluation du niveau de connaissance et d'intérêt des importateurs et fabricants européens pour les LKTS ; (2) Relance d'un groupe de travail sur les LKTS ; (3) Évaluation des besoins en support technique pour une commercialisation plus large des LKTS ; (4) Capitalisation des résultats obtenus pour identifier des axes d'amélioration ; (5) Mise à jour et amélioration du site web www.mytropicaltimber.org.

DE L'ORIGINE DES BOIS MASSIFS RECONSTITUÉS PAR COLLAGE



Section ci-après extraite de [les bois lamellés - L'histoire du bois lamellé collé : plusieurs siècles d'innovation](#)¹⁸¹⁹

XVI^e siècle - Apparition du principe

L'histoire du bois lamellé collé est jalonnée d'évolutions, de progrès et d'hommes de génie. Le premier d'entre eux fut **Philibert Delorme**, architecte qui, dès le XVI^e siècle, eu l'idée de faire avec du bois ce que, jusque là, on ne faisait qu'avec de la pierre : des arcs autorisant de grandes portées. Familier de la charpente de marine, il inventa une nouvelle forme de charpente, révolutionnaire pour son époque : **des arches composées de courtes sections de bois**, solidarisées entre elles par des clavettes, afin de former des fermes cintrées. Le principe de **la lamellation** venait de naître.

Du XVIII^e au XIX^e siècle - Évolution de la technique

À la fin du XVIII^e siècle, les militaires réutilisent cette technique pour la construction de manèges et de casernes. Ils l'adaptent cependant légèrement afin d'obtenir des toitures planes et de résoudre les problèmes liés à la couverture. Plusieurs charpentiers, architectes ou ingénieurs font également évoluer cette technique, comme par exemple le charpentier suisse Hans Grubenmann qui construisait des ponts à l'aide d'arcs formés de madriers assemblés. Mais c'est Carl Friedrich von Wiebeking qui, en 1809, eut l'idée novatrice d'une liaison par collage. Le colonel Emy perfectionna ce principe en réalisant des arcs de plus grande portée. Son innovation : l'empilement de planches disposées horizontalement, cintrées et maintenues par des colliers métalliques.

XX^e siècle - Invention du bois lamellé

Au début du XX^e siècle, le bois lamellé-collé tel qu'on le connaît aujourd'hui est inventé par l'Allemand **Otto Hetzer**. Ce charpentier ingénieux eut l'idée de remplacer les pièces métalliques du colonel Emy par des **collages à la caséine**, permettant d'assembler les lamelles entre elles, ce qui supprime toute déformation. Entre 1906 et 1907, le brevet de ce nouveau matériau est déposé en **Allemagne, en France et en Suisse**. D'une telle ingéniosité, son application en charpente s'impose naturellement et son développement devient immédiat.

¹⁸. Comité professionnel de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois

¹⁹. <https://www.glulam.org/bois-lamelle/plusieurs-siecles-dinnovation/>

TERMINOLOGIE TECHNIQUE DES BOIS MASSIFS COLLÉS ET DES TECHNOLOGIES ASSOCIÉES

Les bois massifs reconstitués par collage correspondent à une large gamme de produits qui ont en commun d'être constitués de plusieurs éléments de bois massifs collés entre eux par aboutage à entures multiples (*finger-joint* en anglais) et/ou par lamellation, c'est-à-dire par collage à plat des éléments (collage sur face ou collage sur rive).

Une première distinction est à faire entre deux familles de produits²⁰:

- les **produits non structurels pour menuiserie et pour agencement** : ces produits doivent présenter des caractéristiques mécaniques minimum pour assurer la tenue des ouvrages (densité du bois supérieure à une valeur plancher), mais sans

atteindre les niveaux de performance mécanique exigés pour les produits de structure.

- les **produits de structure** : ces produits vont subir des sollicitations mécaniques dans les ouvrages dans lesquels ils sont utilisés et doivent en conséquence répondre à des exigences de résistance / performances mécaniques.²¹

Selon leur nature, ces produits non structurels ou de structure sont définis comme étant des produits de seconde transformation ou de troisième transformation dans la nomenclature des niveaux de transformation du bois établie par l'ATIBT ([Martin et Groutel, 2021](#))²².

5.1. LES PRODUITS DE STRUCTURE

Les charpentes et les ossatures sont constituées de **produits linéaires massifs** : poteaux, poutres, montants, traverses, solives, pannes et chevrons.

Ces produits peuvent être en bois massif ou en bois reconstitué de différents types :

- **Bois massifs aboutés** (BMA)
- **Bois massifs reconstitués** (BMR)
- **Bois lamellés-collés** (BLC).

Ces structures peuvent aussi mettre en œuvre des **produits plan massifs**, les **panneaux massifs lamellés-croisés** (= CLT, *Cross Laminated Timber*). Ces panneaux sont utilisés notamment pour les bâtiments en bois de moyenne et grande hauteur, pour les murs, les planchers, les toits.

20. Dans la suite de ce chapitre, la typologie utilisée pour décrire les produits-bois collés a été adaptée de celle utilisée dans le document *Le catalogue des produits bois français* (Fédération Nationale du Bois, 2017 <https://www.fnbois.com/wp-content/uploads/2018/02/cataloguedesproduitsenboisfrancais-min.pdf>)

21. Il est à noter que dans le système harmonisé des douanes, la position tarifaire 44.07 comprend les *Bois sciés ... collés par assemblage en bout* (dans l'intitulé même du 44.07) *assemblés en bout, par jointure digitale*, c'est-à-dire les bois aboutés (assemblage à entures multiples), alors que la position tarifaire 44.18 comprend les - *Bois d'ingénierie structural : 4418.81 - - Bois lamellé-collé (BLC)*, notamment des produits de type carrelots 3-plis. Il n'est cependant pas cohérent que les bois aboutés (assemblages à entures multiples) ne soient pas dans la même position tarifaire que les bois lamellés-collés, ces bois aboutés étant des bois d'ingénierie structurale.

22. Martin P., Groutel E., 2021. Fiche technique n°6 - Les niveaux de transformation du bois (édition révisée 2021). ATIBT, 3 p. https://www.atibt.org/files/upload/technical-publications/publications-bois-tropical/6-LES-NIVEAUX-DE-TRANSFORMATION-DU-BOIS-revisee_2021.pdf

5.1.1. Bois massifs aboutés (BMA)

• Définition du produit et domaines d'utilisation

Les Bois massifs aboutés (BMA), aussi appelés « bois de structure avec aboutages à entures multiples », sont des pièces linéaires obtenues par aboutage d'au moins deux lamelles assemblées bout à bout par enture.

Les BMA sont disponibles en barres de grande longueur classées pour un usage structurel.

Ils peuvent être utilisés en structure pour les poteaux, les pannes, les chevrons, les solives pour plancher, les lambourdes.

Les lames de platelage (*decking*) aboutées ainsi que les lambourdes aboutées pour les supports des platelages extérieurs en bois sont des BMA structurels, leur utilisation tend à se développer.

De même, les lames de bardages peuvent être produites sous forme de BMA.

Ce type de produit est bien adapté pour les nombreux bois tropicaux africains très durables et utilisables en classe d'emploi 4 sans traitement de préservation²³.

Les BMA peuvent également être utilisés pour un usage non structurel, par exemple en aménagement intérieur et en agencement (voir § 5.2).

Note : L'acronyme allemand KVH, pour *Konstruktionsvollholz*, ([Überwachungsgemeinschaft KVH e.V., 2020](https://www.kvh.eu/fileadmin/downloads/new/international/KVH_KVH-Duo-Triobalken_2020-03_F_print_200506.pdf)²⁴) est parfois utilisé de façon générique pour désigner les BMA, alors que le KVH est un BMA spécifiquement fabriqué en résineux.

• Caractéristiques et performances

Un BMA se caractérise par la présence de joints d'aboutage à intervalles plus ou moins réguliers suivant la qualité des bois à l'entrée de l'unité de fabrication et suivant la qualité recherchée en sortie.

Contrairement aux produits de type carrelots 3-plis, les BMA sont le plus souvent mono-essence, pour assurer la stabilité et l'homogénéité du produit.

L'aptitude aux classes d'emploi dépend de l'essence et de la conception de l'ouvrage.

La résistance à la flexion d'un BMA est supérieure ou égale à la résistance à la flexion des éléments de bois massifs dont il est constitué.

Le marquage CE des BMA est régi par la norme NF N 15497 (juin 2014)²⁵.



Lambourdes aboutées en Dabéma - Gabon Wood Industries (GWI), ZES Nkok (Gabon) © Jean Gérard (CIRAD)

²³. Utilisation à l'extérieur en contact avec le sol ou l'eau douce.

²⁴. Überwachungsgemeinschaft KVH e.V., 2020. Bois massif de construction (KVH ©) et bois massif reconstitué (Duobalken®, Triobalken®), 36 p. https://www.kvh.eu/fileadmin/downloads/new/international/KVH_KVH-Duo-Triobalken_2020-03_F_print_200506.pdf

²⁵. AFNOR, 2014. NF EN 15497 Bois massif de structure à entures multiples - Exigences de performances et exigences minimales de fabrication. Juin 2014, 63 p.



Lambourdes aboutées en Tali
Congolaise Industrielle des Bois (CIB), Pokola (Rép. du Congo)
 © Laurent Duffard (CIB)



Pièces de Tali en cours d'aboutage pour production de lames de terrasse
Congolaise Industrielle des Bois (CIB), Pokola (Rép. du Congo)
 © Laurent Duffard (CIB)



Détail d'un aboutage sur une lame de terrasse (Tali et Padouk)
Congolaise Industrielle des Bois (CIB), Pokola (Rép. du Congo)
 © Laurent Duffard (CIB)



Lames de terrasse aboutées (de gauche à droite Bilinga, Padouk, Mukulungu, Tali)
Congolaise Industrielle des Bois (CIB), Pokola (Rép. du Congo)
 © Laurent Duffard (CIB)

5.1.2. Bois massifs reconstitués (BMR)

• Définition du produit et domaines d'utilisation

Les BMR sont des pièces linéaires de section maximum 280 x 280 mm. Ces pièces sont constituées de deux à cinq plis ou lamelles d'épaisseur strictement supérieure à 45 mm et inférieure à 85 mm, collées entre elles sur leur largeur de façon à conserver les fils du bois parallèles (FCBA et IRABOIS, 2015a)²⁶.

La différence majeure entre un BMR et un bois lamellé-collé (BLC) est l'épaisseur des lamelles qui les constituent et qui est inférieure à 45 mm pour un BLC.

Les BMR sont principalement destinés à un usage structurel : charpente apparente, poteaux, solivage, ossature bois, etc.

• Caractéristiques et performances

Un BMR est constitué de lamelles identiques entre elles (essence, résistance mécanique, dimensions).

Ce produit est également appelé bois contre-collé ou **DUO ou TRIO en fonction du nombre de lamelles.**

Les BMR sont des produits qui présentent une stabilité élevée et qui permettent la mise en œuvre de bois de fortes sections sans risque de fente.

Le marquage CE des **BMR résineux** est régi par la norme NF EN 14080 (août 2013)²⁷.

Il faut rappeler que le domaine d'application de cette norme a été limité aux produits en bois lamellé-collé fabriqués à partir des essences de bois de résineux énumérées dans la norme, et de peuplier²⁸.

Cependant, il est possible de fabriquer du BMR à partir de bois feuillus en se référant aux exigences de cette norme harmonisée européenne EN 14080. Dans ce cas, l'annexe ZA de cette norme ne s'applique pas.



Tour pédagogique de l'Arboretum Raponda Walker (BMR et BLC en Padouk)
Cap Estérias (Gabon) - Fabrication Ecowood
© Emmanuel Groutel (WALE)

²⁶. FCBA, IRABOIS, 2015a. Fiches Produits Ouvrages Bois (P.O.B.) - BOIS MASSIFS RECONSTITUÉS (BMR). 3p. <https://catalogue-bois-construction.fr/wp-content/uploads/2017/05/1105-bois-massifs-reconstitu%C3%A9s-BMR.pdf>

²⁷. AFNOR, 2013. NF EN 14080 Structures en bois - Bois lamellé collé et bois massif reconstitué - Exigences. Août 2013, 112 p.

²⁸. Épicéa (*Picea abies*, PCAB), Sapin (*Abies alba*, ABAL), Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*, PNSY), Douglas (*Pseudotsuga menziesii*, PSMN), Hemlock (*Tsuga heterophylla*, TSHT), Pin Laricio de Corse et Pin noir d'Autriche (*Pinus nigra*, PNNL), Mélèze d'Europe (*Larix decidua*, LADC), Mélèze de Sibérie (*Larix sibirica*, LASI), Mélèze de Dahurie (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.), Pin maritime (*Pinus pinaster*, PNPNI), Peuplier (clones utilisables : *Populus x euramericana* cv «Robusta», «Dorskamp», «/214» and «/4551», POAL), Pin radiata (*Pinus radiata*, PNRD), Épicéa de Sitka (*Picea sitchensis*, PCST), Pin jaune des marais (*Pinus palustris*, PNPL), Western Red Cedar (*Thuja plicata*, THPL), Cyprès jaune (*Chamaecyparis nootkatensis*, CHNT).

5.1.3. Bois lamellés-collés (BLC)

• Définition du produit et domaines d'utilisation

Les BLC sont des pièces linéaires de bois constituées d'au moins deux plis ou lamelles d'épaisseur comprise entre 6 et 45 mm, collées entre elles sur leur largeur de façon à conserver les fils du bois parallèles. L'épaisseur des lamelles pour les classes d'emploi 1 et 2 est limitée à 45 mm et à 35 mm pour les classes d'emploi 3 et 4 (FCBA et IRABOIS, 2015b)²⁹.

Comme mentionné dans la section précédente, la différence majeure entre un BLC et un BMR est l'épaisseur des lamelles qui les constituent. Elle est inférieure à 45 mm pour un BLC.

Comme les BMR, les BLC sont destinés à un usage structurel³⁰: charpente apparente, solivage, poutre faîtière, ossature bois, etc. (FNB, 2018)³¹

Les lames de bardages peuvent être aussi produites en bois lamellé-collé.

Le BLC présente l'avantage :

- de permettre la fabrication d'ouvrages de grandes portées tout en reprenant de lourdes charges,
- de limiter les variations dimensionnelles du bois, dans le cas de mur rideau ou de véranda par exemple.

Les poutres en BLC permettent la réalisation à la demande d'éléments de grandes dimensions ou/et de formes complexes, de poutres cintrées ou de section variable (inertie variable correspondant à une section non rectangulaire de hauteur variable).

• Caractéristiques et performances

Le nombre de lamelles empilées, dans le sens de la plus grande dimension de la section transversale, n'est pas limité.

On distingue le **lamellé-collé horizontal** dont les plans de collages sont perpendiculaires à la plus grande des dimensions de la section transversale et le **lamellé-collé vertical** dont les plans de collages sont perpendiculaires à la plus petite des dimensions de la même section.

Grâce à ses qualités esthétiques, un BLC peut être utilisé en structure apparente pour des portées très élevées, notamment dans des bâtiments tertiaires et industriels (enceintes sportives, atelier de production, hangars...).

Les lamelles utilisées pour la fabrication du BLC doivent répondre à plusieurs exigences en termes de taux d'humidité et de classe de résistance mécanique. Les lamelles doivent être classées conformément à la norme NF EN 14081-1+A1 (août 2019)³².

Le marquage CE des **BLC résineux** est régi par la norme NF EN 14080 (août 2013).

Cependant, il est possible de fabriquer du bois lamellé-collé à partir de bois feuillus en se référant aux exigences de cette norme harmonisée européenne EN 14080. Dans ce cas, l'annexe ZA de cette norme ne s'applique pas.

²⁹. FCBA, IRABOIS, 2015b. Fiches Produits Ouvrages Bois (P.O.B.) - BOIS LAMELLÉS-COLLÉS (BLC). 3p. <https://catalogue-bois-construction.fr/wp-content/uploads/2017/05/1104-bois-lamell%C3%A9s-coll%C3%A9s.pdf>

³⁰. Les BLC destinés à l'ameublement ou à la menuiserie sont présentés dans la section 5.2.2.

³¹. Fédération Nationale du Bois, 2018. Fiche Produit BOIS LAMELLÉ-COLLÉ https://preferezlesboisdefrance.fr/wp-content/uploads/2018/06/Fiches-Produit-8-BLC_8-pages.pdf

³². AFNOR, 2019. NF EN 14081-1+A1. Structure en bois - Bois de structure à section rectangulaire classé pour sa résistance - Partie1 - Exigences générales. Août 2019, 46 p.



Poutres lamellées-collées en Padouk – Ecowood, Libreville (Gabon)
© Emmanuel Groutel (WALE)



Structure en lamellé-collé (Bilinga) du sanctuaire marial de Mvolye - Yaoundé (Cameroun)
Uhalde Bois Construction (UBC)
© Germain Yéné (ATIBT)



Ossatures lamellées-collées en Iroko - Centre culturel Jean-Marie Tjibaou, Nouméa (Nouvelle-Calédonie)
 Conception : Renzo Piano - Fabrication : Mathis Construction Bois
 © Jean Gérard (CIRAD)

5.1.4. Les panneaux bois lamellés-croisés (ou CLT, *Cross Laminated Timber*)

• Définition du produit et domaines d'utilisation

La technique du panneau CLT hérite des techniques du lamellé-collé et du contreplaqué : de la première, elle emprunte le principe du collage de lamelles en bois massif, et de la seconde le principe du croisement des couches.

Les panneaux CLT sont habituellement constitués de 3, 5 ou 7 couches (plis) de planches de bois raboté sec, empilées perpendiculairement (couches croisées), et reliées entre elles soit par un adhésif structurel, soit par des agrafes en aluminium. Le nombre de plis d'un panneau CLT est toujours impair ce qui permet de garantir la stabilité du panneau.

Les caractéristiques mécaniques des planches constitutives des CLT sont bien identifiées.

Les panneaux CLT sont destinés à un usage structurel pour la réalisation de murs porteurs, de planchers, d'escaliers, de supports de couverture et d'étanchéité, de toitures...

Ils sont utilisés pour tout type de construction bois : maisons individuelles, logements collectifs, bâtiments publics (ERP) et tertiaires. Le procédé est systématiquement associé à une isolation thermique par l'intérieur ou par l'extérieur.

• Caractéristiques et performances

Les panneaux CLT aujourd'hui disponibles sur le marché sont principalement en résineux³³, mais des CLT en chêne commencent à être proposés. Dans l'avenir, des CLT pourront être produits en feuillus tropicaux. La présence de plusieurs essences au

sein d'un même CLT est possible. Ce panachage peut présenter un avantage économique, voire esthétique, lorsqu'on différencie le parement visible des plis intérieurs, non visibles.

L'intérêt des panneaux CLT est de pouvoir réaliser l'intégralité de la structure d'un bâtiment (sols, murs et toiture) quel que soit le type de bâtiment.

L'épaisseur des panneaux est généralement comprise entre 60 et 300 mm, et peut atteindre 500 mm. Leur largeur est comprise entre 2,40 et 3 m, et leur longueur est à la demande.

Les planches constituant les panneaux peuvent être aboutées et/ou collées à champs, pour accroître la résistance mécanique.

Le fait que les couches soient croisées assure une bonne stabilité dimensionnelle des panneaux vis-à-vis des variations hygro-métriques.

Les panneaux de bois lamellés-croisés présentent des performances thermiques et acoustiques élevées, un très bon comportement en situation d'incendie, et des résistances structurelles élevées.

Par rapport aux matériaux de construction conventionnels, les panneaux CLT présentent de nombreux avantages : délais de construction courts, assemblage facile et haut niveau de préfabrication, méthodes de construction antisismiques.

La fabrication des panneaux CLT en atelier offre l'avantage de pouvoir anticiper précisément les usinages nécessaires au chantier final. Cela permet d'intégrer l'emplace-

³³. Plus largement répandu en Europe du Nord, le CLT commence à se développer en France. Après avoir été utilisé ponctuellement en construction de maisons individuelles, le matériau prend son essor avec des projets de plus grande envergure, dans le domaine de la construction verticale.

ment des réseaux, des menuiseries, voire d'autres couches complémentaires qui viendront améliorer les fonctions thermiques ou acoustiques de la paroi.

Grâce à des outils de taille avancés, il est possible de concevoir des profils variés, offrant ainsi une grande liberté architecturale.

La préfabrication en atelier garantit un niveau de précision élevé et un contrôle

rigoureux de la qualité ce qui se traduit par un produit fini optimisé, une mise en œuvre facilitée sur le chantier, et des performances accrues pour l'ensemble du bâtiment ([site internet Bois.com](https://www.internet-bois.com)³⁴).

Les caractéristiques de performance des panneaux CLT sont régies par la norme NF EN 16351 (mars 2021)³⁵.



CLT en Chêne – Fabrication Groupe Ducerf, Vendenesse-lès-Charolles (France) © Ducerf



CLT en Epicéa – Autriche © Emmanuel Groutel (WALE)

³⁴. <https://www.bois.com/bois/materiaux/transformes/le-clt-cross-laminated-timber-ou-bois-lamelle-croise?fbclid>

³⁵. AFNOR, 2021. NF EN 16351. Structures en bois - Bois lamellé croisé – Exigences. Mars 2021, 111 p.

5.2. LES PRODUITS NON STRUCTURELS POUR MENUISERIE ET POUR AGENCEMENT

Pour une large gamme d'emplois, portes, escaliers, plans de travail, tablettes, rangements, mobilier, agencements de magasin, les bois utilisés peuvent être soit massifs, soit reconstitués par collage.

Les produits bois mise en œuvre doivent satisfaire à des exigences de facilité d'usage, de mise en œuvre et d'utilisation, et à des critères esthétiques (richesse du veinage, finesse du grain, couleur du bois).

5.2.1. Bois massifs aboutés (BMA)

Comme pour les produits de structure (voir § 5.1.1), les BMA, pièces linéaires obtenues par aboutage d'au moins deux lamelles assemblées bout à bout par enture, peuvent être mis en œuvre dans une large gamme d'utilisations en menuiserie et en agencement, notamment en revêtement mural (lambris et produits homologues), ainsi qu'en ameublement et en ébénisterie.

Ils s'utilisent comme des avivés massifs.

Ils présentent l'avantage d'être généralement proposés séchés et rabotés, et comme

tous les bois reconstitués par collage, leur stabilité est supérieure à celle des bois massifs.

Les lames de bardage aboutées sont des BMA non structurels.

Comme pour les lames de platelage et les lambourdes aboutées (BMA structurels), ce type de produit est bien adapté pour les nombreux bois tropicaux africains moyennement durables à très durables utilisables sans traitement de préservation en classe d'emploi 3.1³⁶, 3.2³⁷ et 4.

5.2.2. Carrelets de menuiserie lamellés-collés

• Définition du produit et domaines d'utilisation

Les carrelets lamellés-collés font partie du groupe des bois lamellés-collés (BLC). Les lames constitutives des carrelets peuvent être en bois massif ou en bois abouté.

Ces carrelets sont constitués de plusieurs plis, le plus souvent 3 ou 4 ; ces produits sont alors appelés **carrelets 3-plis** ou **carrelets 4-plis**. Leur principale application est la menuiserie pour la fabrication de montants et traverses

de portes, de fenêtres, d'huissières et de portes intérieures.

Ils sont aussi utilisés en agencement (placards, mains courantes, garde-corps intérieurs, gaines techniques) et en ameublement.

Ces produits ont réellement pris leur essor au début des années 2000 et font aujourd'hui l'objet d'une demande supérieure à celle du bois massif de la part des entreprises de menuiserie.

³⁶. Risques d'humidification provisoire, sur de courtes périodes.

³⁷. Risques d'humidification prolongée.

Les dénominations **Lamscant**, **Scantling**, ou **Laminated scantling** sont aussi utilisées pour désigner ces produits.

• **Caractéristiques et performances**

Les sections les plus courantes sont les suivantes :

- épaisseur : [51], 63, 72, 84, [96] mm
- largeur : 75, 86, 95, 105, 115, 125, 145 mm
- longueur : jusqu'à 6 m

Comme tous les produits-bois reconstitués par collage, ces carrelets présentent une stabilité très supérieure à celle des bois massifs, les rendant ainsi particulièrement adaptés pour tous les usages qui nécessitent une très bonne stabilité du bois, notamment pour des ouvrages soumis à des variations d'humidité importantes, portes et surtout menuiseries extérieures (FNB, 2016)³⁸.

Les carrelets lamellés-collés de menuiserie sont généralement vendus rabotés mais non profilés. Ils peuvent en revanche avoir reçu un ponçage plus ou moins fin. Ils peuvent aussi être vendus brut de collage.

Une terminologie spécifique est appliquée aux carrelets 3-plis ou 4-plis, utilisant les abréviations d'origine allemande K ou D :

D : *Durchgehende Lamelle* : lamelle entière (non aboutée)

K : *Keilgezinkte Lamelle* : lamelle aboutée

On définit ainsi les produits suivants :

- **Carrelet DDD** : carrelet 3-plis dont aucun pli n'est abouté.
- **Carrelet KKK ou KKKK** : carrelet 3-plis ou 4-plis dont tous les plis (intérieurs et extérieurs) sont en bois abouté (permet d'obtenir des grandes longueurs et ainsi d'optimiser les découpes).
- **Carrelet DKK** : carrelet 3-plis dont deux plis sont aboutés et un pli en face est massif.
- **DKD ou DKKD** : carrelet 3-plis ou 4-plis dont les plis extérieurs sont en bois massif

d'une seule pièce (vocation esthétique du carrelet) ; seule la (ou les) lamelle(s) centrales peu(ven)t être aboutée(s).

- **AKA** : cette dénomination particulière signifie que les plis extérieurs sont aboutés avec une dimension entre aboutages supérieure à 80 cm et un aspect des bois homogène.

* Ouvrages exposés aux intempéries

Même si la colle utilisée est adaptée à un usage extérieur, les joints de collage (lamellation ou aboutage) ne doivent pas être en contact permanent ou quasi-permanent avec l'eau. Le sens de pose des pièces en lamellé-collé, leur emplacement et leur protection (finition) éventuelle doivent être adaptés en conséquence afin d'éviter toute stagnation d'eau, en particulier au niveau des joints. Ces précautions s'appliquent aussi aux pièces d'appui et aux traverses des menuiseries extérieures dont certaines peuvent être affectées en classe d'emploi 4.

* Étanchéité en bout

Lorsqu'un élément en lamellé-collé est exposé à l'humidité, voire soumis aux intempéries, les joints de collage en bout de pièce peuvent se détériorer. Pour prévenir ce risque, il est recommandé d'appliquer un produit dit « anti-fentes » aux extrémités transversales des pièces pour assurer une bonne étanchéité du bois de bout et garantir l'intégrité des menuiseries extérieures.

* Tolérances dimensionnelles

Les carrelets sont des composants industriels, caractérisés par leur régularité et leur stabilité ; les tolérances dimensionnelles sont donc très limitées :

- Longueur : aucune tolérance en négatif
- Section : + 0,5 mm (pour les carrelets rabotés)
- Flèche : < 1 mm pour la face et < 2 mm pour la rive (pour les carrelets rabotés)
- Tuilage : 0,2 mm (pour les carrelets rabotés)

³⁸. FNB, 2016. Fiche Produit Carrelets lamellés collés. 4 p.

https://franceboisforet.com/wp-content/uploads/2014/06/Fiches-Produit-9-Carrelets_4-pages.pdf

• Utilisation d'essences en mélange

Les carrelets lamellés-collés constituent une excellente opportunité pour valoriser des essences peu commercialisées et/ou à moindre performance : durabilité moyenne, intérêt esthétique limité, défauts d'aspect, résistance mécanique peu élevée³⁹...

Ces essences peuvent être en effet utilisées pour les plis intérieurs des carrelets qui ne sont pas visibles car insérés entre les plis extérieurs.

Ce type de composition permet simultanément de valoriser des essences de type LKTS tout en limitant la pression sur les essences phares.

Il faut cependant que les LKTS retenues aient les caractéristiques requises, notamment pour les emplois en menuiserie extérieure (cf. annexe A *Liste, non exhaustive, des principales essences de bois envisageables pour un emploi en fenêtre extérieure (fenêtres et portes)* de la norme NF P 23-305, décembre 2014⁴⁰), et qu'une action marketing ciblée soit corrélativement engagée.

On peut rappeler que les possibilités de collage en mélange d'espèces africaines de bois rouges ont déjà été étudiées il y a près de 50 ans au CTFT par [Guiscafré et Sales \(1977\)](#)⁴¹, avec des résultats très positifs, montrant que ce type d'assemblage était déjà à l'époque techniquement réalisable (synthèse dans [Gérard, 1999]).



Carrelet 5-plis en Fraké - Groupe Rougier, Mbang (Cameroun)
© Emmanuel Groutel (WALE)

³⁹. Dans une poutre BLC rectangulaire chargée, les contraintes de compression et de traction sont maximales respectivement en partie supérieure et inférieure. Les lamelles de la partie centrale sont donc moins sollicitées et peuvent être mécaniquement moins performantes que les lamelles externes, sans affaiblir significativement la poutre.

⁴⁰. AFNOR, 2014. NF P23-305 Menuiseries en bois - Spécifications techniques des fenêtres, portes-fenêtres, portes extérieures et ensembles menuisés en bois. Décembre 2014, 119 p.

AFNOR, 2017. NF P23-305/A1 Menuiseries en bois - Spécifications techniques des fenêtres, portes-fenêtres, portes extérieures et ensembles menuisés en bois. Juin 2017, 20 p.

⁴¹. Guiscafré J., Sales C., 1977. Possibilités de collage en mélange de plusieurs espèces africaines de bois rouges, Bois et Forêt des Tropiques n°175, sept-oct. 1977, pp. 15-34.

<https://revues.cirad.fr/index.php/BFT/article/view/19306>



Andoung



Difou



Ghéombi

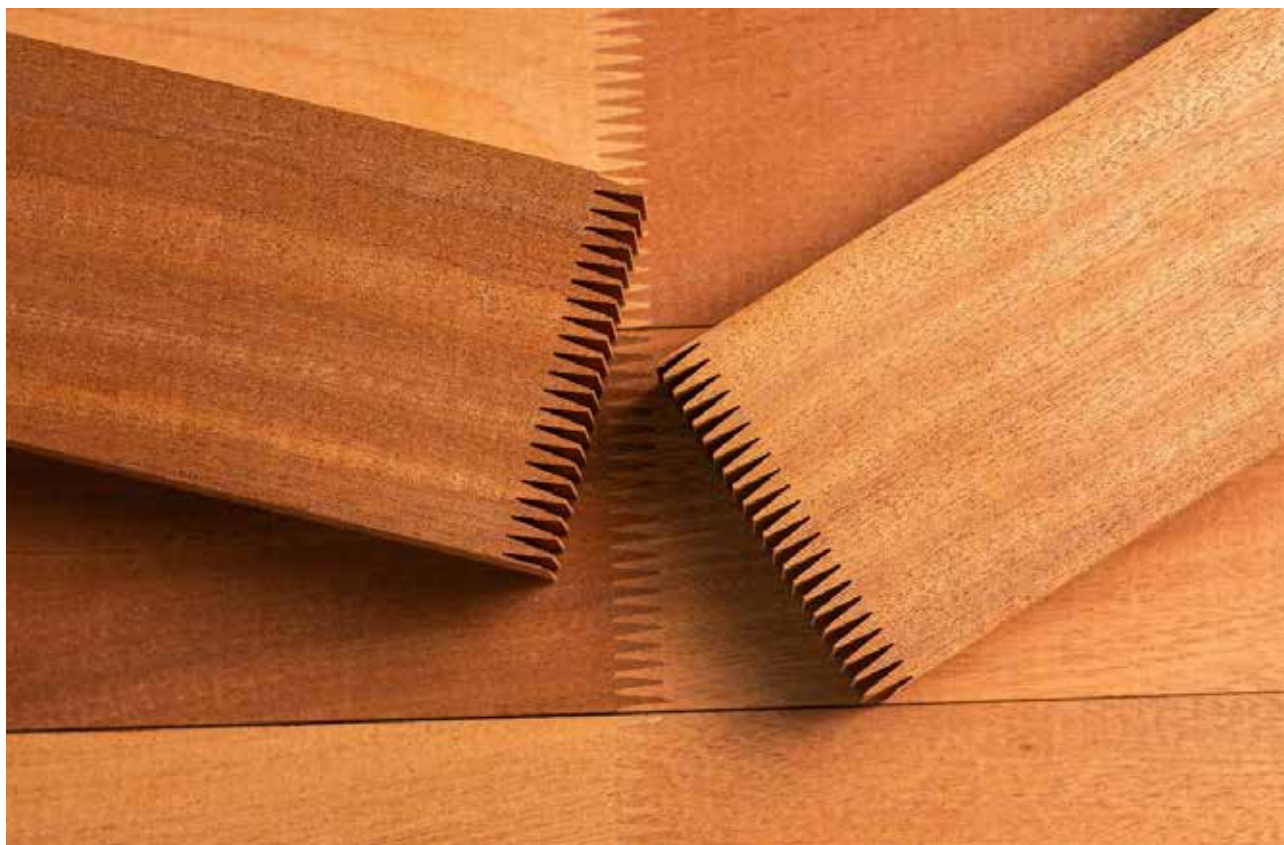
Carrelets 3-plis © Emmanuel Groutel (WALE)



Carrelets 3-plis certifiés Komo – Interholco AG, Ouesso (République du Congo)
© Alain Mazeau (Interholco)



Cadres de menuiserie en lamellé-collé – Interholco AG, Ouessou (République du Congo)
© Emmanuel Groutel (WALE)



Entourage des lamelles pour l'aboutage - CIB OLAM, Pokola (République du Congo)
© Emmanuel Groutel (WALE)



Carrelets multi-plis prêts à l'expédition - CIB OLAM, Pokola (République du Congo)
© Emmanuel Groutel (WALE)



Carrelets multi-plis en Gombé - *Compagnie des Bois du Gabon* (CBG), Port-Gentil (Gabon)
© Emmanuel Groutel (WALE)



Carrelets multi-plis KKK en Sapelli certifiés CTB-LCA - Fabrique Ivoirienne de Parquets (FIP), Adzopé (Côte d'Ivoire)
© Regalis-Europe

5.2.3. Panneaux lamellés-collés

• Définition du produit et domaines d'utilisation

Les panneaux lamellés-collés sont constitués de lames en bois massif ou aboutées dans la longueur et contrecollées dans la largeur.

Ces produits sont destinés à la fabrication de plans de travail, de meubles, de dessus de table, de panneaux d'huissierie, d'éléments d'escalier et de décoration. Ils conviennent également à la décoration et à l'aménagement intérieur des plafonds et des cloisons.

• Caractéristiques et performances

Les panneaux lamellés-collés sont de deux types : (1) panneaux massifs composés de lames continues ; (2) panneaux aboutés (LCA) composés de lames aboutées.

Les dimensions les plus courantes sont les suivantes :

- épaisseur : 19, 22, 26, 28, 31, 33, 38, 40 mm
- largeur : 650 et 1200 mm
- longueur : de 0,9 à 2,4 m pour les panneaux à lames continues, 4 m pour les panneaux à lames aboutées

Leurs performances techniques sont supérieures à celles du bois massif, notamment en stabilité.

Ces panneaux présentent un intérêt esthétique, ils sont polyvalents et offrent un large choix de dimensions. Des panneaux lamellés-collés multi-essences peuvent être aussi fabriqués.

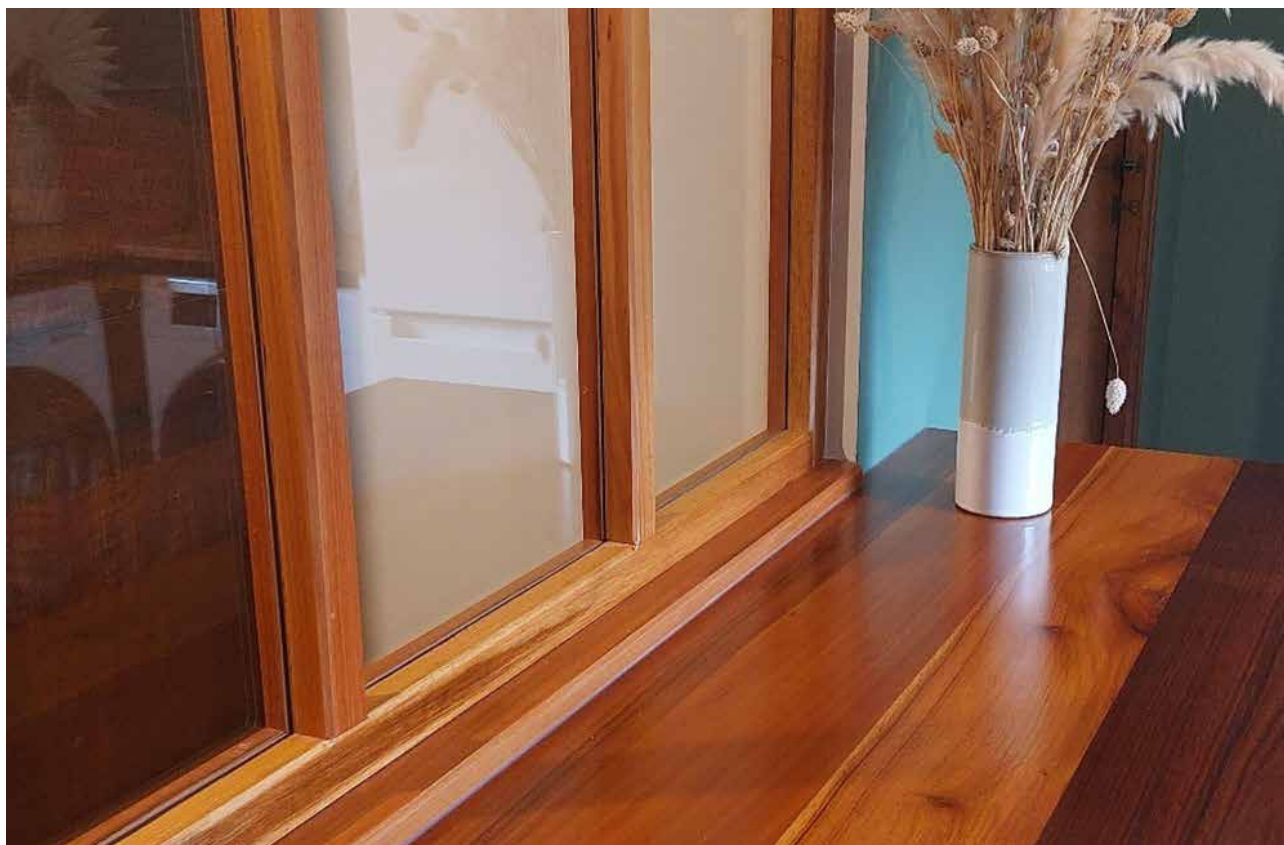
De multiples combinaisons de lames d'aspect différents peuvent être envisagées en fonction de l'esthétique recherchée.

La norme NF EN 13017 (mai 2001)⁴² définit les classes d'aspect des panneaux lamellés-collés.



Plan de travail lamellé-collé en Gombé - Compagnie des Bois du Gabon (CBG), Port-Gentil (Gabon)
© Emmanuel Groutel (WALE)

⁴². AFNOR, 2001. NF EN 13017-2. Bois panneautés - Classification selon l'aspect des faces - Partie 2 bois feuillus. Mai 2001, 13p.



Console contrecollée en Niové
© Emmanuel Groutel (WALE)



Panneaux lamellés-collés en Awoura (Beli) - Gabon Wood Industries (GWI), ZES Nkok (Gabon)
© Jean Gérard (CIRAD)

5.2.4. Panneaux multi-plis

• Définition du produit et domaines d'utilisation

Ces panneaux sont constitués de plusieurs épaisseurs de bois massif.

Les deux couches extérieures sont parallèles et sont collées sur une couche médiane croisée à 90°.

Comme les panneaux lamellés-collés, ces produits sont destinés à la fabrication de plans de travail, de meubles, de dessus de table, de panneaux d'huissierie, d'éléments d'escalier et de décoration. Ils conviennent également en décoration et en aménagement intérieur de plafonds et de cloisons.

Ils sont aussi utilisés pour la fabrication de portes, de planchers, de plafonds et revêtements muraux, d'embrasures de fenêtres...

• Caractéristiques et performances

Les dimensions les plus courantes sont les suivantes :

- épaisseur : 20 et 26 mm
- largeur : 1250 mm
- longueur : de 0,8 à 2,5 m

Les lamelles du pli central sont aboutées tandis que les plis extérieurs sont composés de lamelles de bois d'une seule longueur, collées jointivement.

Des panneaux avec des lames aboutées en parement sont aussi fabriqués, avec dans ce cas, une longueur pouvant atteindre 3,5 m.

Les plis extérieurs et médians des panneaux multi-plis sont le plus souvent composés de la même essence de bois mais des panneaux composés d'essences différentes pour l'âme et le parement sont aussi proposés.

Comme pour les carrelets de menuiserie lamellés-collés, les panneaux multi-plis sont des produits bien adaptés pour valoriser des essences peu commercialisées et/ou à moindre performance : durabilité moyenne, intérêt esthétique limité, défauts d'aspect...

Ces essences peuvent être en effet utilisées pour les plis intérieurs des panneaux qui ne sont pas visibles car pris en sandwich par les plis extérieurs.

La norme NF EN 13017 (mai 2001)⁴³ définit les classes d'aspect des bois paneautés multicouches ayant des plis extérieurs d'épaisseur au moins égale à 3,5 mm.

Les bois paneautés sont fabriqués conformément à la norme NF EN 13353 (juillet 2022)⁴⁴.

⁴³. AFNOR, 2001. NF EN 13017-2. Bois paneautés - Classification selon l'aspect des faces - Partie 2 bois feuillus. Mai 2001, 13p.

⁴⁴. AFNOR, 2022. NF EN 13353 Bois paneautés (SWP) — Exigences, juillet 2022, 22 p.



Décorations murales en Zingana élaborées à partir de panneaux multiplus - Hôtel Radisson, Libreville (Gabon)
© Emmanuel Groutet (WALÉ)

LES ADHÉSIFS POUR LE COLLAGE DES BOIS MASSIFS

Les informations figurant dans ce chapitre qui traite des adhésifs pour le collage des bois massifs sont reprises et adaptées des sources suivantes : Pizzi et Mital (2010)⁴⁵, FCBA (2015)⁴⁶, Frihart et Hunt (2021)⁴⁷, et Fredon (2024)⁴⁸.

6.1. PRÉAMBULE : PRINCIPALES CATÉGORIES D'ADHÉSIFS POUR LE COLLAGE DU BOIS

Les deux termes *Colle* et *Adhésif* sont couramment utilisés et sont équivalents.

Cependant, le terme de Colle est plus générique, il est plutôt associé à des composés traditionnels et correspond à un langage de vulgarisation.

Le terme *Adhésif* est davantage associé à des composés « modernes », spécifiquement performants, il relève d'un langage technique.

Les adhésifs contiennent des polymères, tout comme les matières plastiques ou les produits de finition (peintures, vernis, lasures).

Ces polymères (ou liants) sont le constituant principal de l'adhésif.

Ils sont classés en 2 groupes en fonction de leur thermomécanique :

- les **thermoplastiques** (TP)
- les **thermodurcissables** (TD)

* Les **thermoplastiques** acquièrent une plasticité par activation thermique, ils se ramollissent et se déforment lorsqu'ils sont chauffés.

Ils sont utilisés surtout en ameublement et en menuiserie (colle vinyliques).

Les **thermoplastiques** durcissent principalement par évaporation du solvant. Ce séchage physique peut être complété par un séchage chimique (ajout de durcisseurs qui rendent le séchage irréversible). L'élévation modérée de température accélère le séchage.

Les polymères **thermofusibles** (ou *Hot Melt*) sont des thermoplastiques particuliers : ils se présentent sous forme solide, sous forme de bâtons de colle appliquée au pistolet ou en granulés pour les plaqueuses de chant, et fondent par chauffage.

Ils durcissent rapidement par simple refroidissement. Les **thermofusibles** de base ont de ce fait une tenue à la chaleur limitée car le durcissement est réversible. Cette tenue peut être améliorée et le collage par hot melt rendu irréversible par l'addition de durcisseurs (**thermofusibles réactifs**). Le phénomène physique responsable du durcissement est donc la solidification : la colle liquide est appliquée à chaud et se solidifie en refroidissant.

45. Pizzi A., Mittal K.L., 2010. Wood adhesives. Leiden – Boston, Taylor & Francis Group, 462 p. <https://doi.org/10.1201/b12180>

46. FCBA, 2015. Fiches Produits Ouvrage Bois (P.O.B.) Colles et adhésifs. FCBA Institut Technologique, 2 p. <https://catalogue-bois-construction.fr/wp-content/uploads/2017/05/4109-colle-adh%C3%A9sifs.pdf>

47. Frihart C.R., Hunt C.G., 2021. Wood adhesives – Bond Formation and Performance. Wood Handbook - Wood as an Engineering Material – Chapter 10, 26 p. https://www.fpl.fs.usda.gov/documnts/fplgtr/fplgtr190/chapter_10.pdf

48. Fredon E., 2024. Adhésifs pour le collage du bois. Cours ENSTIB.

* Les **thermodurcissables** ont un comportement inverse des thermoplastiques : ils durcissent et se rigidifient par activation thermique, et cette rigidité devient permanente.

L'activation thermique n'est pas toujours possible, notamment pour les pièces de grandes dimensions.

Certains adhésifs thermodurcissables séchent donc à température ambiante, de façon non réversible.

Leur prise à température ambiante prendra plus de temps que lors d'une activation thermique, mais elle sera efficace.

Ils résistent à l'élévation de température contrairement aux thermoplastiques.

Le durcissement des **thermodurcissables** se fait par évaporation suivie d'une réticulation.

La température accélère très fortement le durcissement.

Dans l'industrie, on utilise le terme **thermodurcissable** pour désigner à la fois le système réactif initial, fusible ou soluble, et le produit final mis en forme, infusible et insoluble après durcissement. Le polymère mis en forme est aussi qualifié de **thermorigide** ou **thermodurci**.

La structure de certains polymères leur confère des performances mécaniques à la fois de déformabilité et de résilience : ils sont moins rigides et cassants que les thermodurcissables et ont une déformation élastique plus élevée. Ce sont les élastomères, de type polychloroprène (caoutchouc) et de type polyuréthanes pour le collage du bois.

Les polyuréthanes séchent par mécanisme chimique uniquement, en réagissant avec l'humidité.

Pour le collage du bois massif, les thermodurcissables sont utilisées pour le collage structural, les thermoplastiques et les thermodurcissables pour le collage non structural (pour la fabrication des panneaux - particules, contreplaqués, OSB, MDF...- seules les colles thermodurcissables peuvent être utilisées.

6.2. LES ADHÉSIFS NON STRUCTURAUX

6.2.1. Classification des collages non structuraux

* Pour les **usages non structuraux**, cette classification est régie par la norme NF EN 204⁴⁹, classification « D » pour les colles thermoplastiques, et la norme NF EN 12765⁵⁰, classification « C » pour les colles thermodurcissables.

Les colles sont classées en fonction de leur résistance à l'humidité et de leur niveau de sollicitation (résistance à sec et résistance à l'état humide des joints de colle mesurées dans des conditions spécifiées, après différents traitements de conditionnement).

⁴⁹. AFNOR, 2016. NF EN 204 Classification des colles thermoplastiques pour bois à usages non structuraux. Octobre 2016, 14 p.

⁵⁰. AFNOR, 2016. NF EN 12765 Classification des colles thermodurcissables pour bois à usages non structuraux. Octobre 2016, 14 p.

Ces normes définissent 4 classes :

- D1 et C1. **Applications en intérieur**, taux d'humidité du bois inférieur à 15 %.
- D2 et C2. **Applications en intérieur**, bois exposé occasionnellement pendant de courtes périodes à de l'eau de ruissellement ou de condensation, et/ou exposé occasionnellement à une humidité élevée, à condition que le taux d'humidité du bois soit inférieur à 18 %.
- D3 et C3. **Applications en intérieur**, bois exposé fréquemment pendant de courtes périodes à de l'eau de ruissellement ou de condensation et/ou très exposé à une humidité élevée. **Applications en extérieur**, le bois n'est pas exposé aux intempéries.

- D4 et C4. **Applications en intérieur**, bois est exposé fréquemment et pendant de longues périodes à de l'eau de ruissellement ou de condensation.

Applications en extérieur, le bois est exposé aux intempéries mais protégé par un revêtement de surface adéquat.

Certains adhésifs non structuraux ne rentrent pas dans cette classification car leur résistance au cisaillement est plus faible que celle des autres adhésifs et ils sont utilisés pour des produits pour lesquels les collages ne sont pas sollicités en cisaillement.

C'est le cas des colles thermofusibles, des colles néoprènes dites « colles contact », et des colles à base de protéines animales, toujours utilisées en lutherie ou ébénisterie.

6.2.2. Colles vinyliques (Polyvinyl acétate, = PVAc)

Les PVAc sont des colles en phase aqueuse, aussi appelées LATEX.

Elles sont constituées de polymères émulsionnés ou dispersés dans l'eau auxquels sont ajoutés des charges et additifs divers (tensioactifs, agents de texture, tackifiants).

Le polymère de synthèse étant par nature hydrophobe, il n'est pas soluble dans l'eau.

La présence de tensioactifs dans la formulation (quelques %) assure la stabilité de la dispersion vinylique dans l'eau.

* **Les PVAc de base**

Le séchage se fait par évaporation de l'eau, sa diffusion dans la porosité du bois provoque une rupture de l'émulsion.

Ce principe de séchage suppose que l'un au moins des matériaux à coller soit poreux, donc ce type de colle est bien adapté pour le collage bois/bois.

Ces colles sont faciles d'emploi, ininflammables, et ne dégagent pas de COV.

Ces colles à séchage seulement physique sont des colles **thermoplastiques**. Elles ont une faible résistance à la chaleur et une mauvaise tenue à l'eau (tendance à fluer notamment lors des reprises d'humidité du bois).

Même s'il n'est pas possible de reformer l'émulsion, l'eau peut affaiblir la cohésion du film de colle.

Le séchage peut être activé à chaud ou sous haute fréquence.

Le prix de ces colles est relativement peu élevé.

* **Les PVAc « améliorées »**

Certaines formulations vinyliques fonctionnent avec un durcisseur intégré à la formulation de base (**systèmes monocomposants**), ou bien ajouté et mélangé juste avant l'application (**système bicomposant**).

Un séchage chimique se superpose alors au séchage physique.

Par rapport aux PVAc de base, ces colles sont moins lessivables par l'eau et moins sensibles à la chaleur.

L'adhésif ne sera donc pas classé D1, mais dans une classe supérieure, D3 voire D4.

Dans une unité industrielle de collage, un adhésif monocomposant est plus simple à appliquer mais sa durée de vie est plus courte et il doit être bien nettoyé sur l'outil au risque de durcir rapidement et d'encrasser le matériel.

Un adhésif bicomposant permet d'éviter ces inconvénients mais il nécessite un matériel d'application plus complexe incluant une pompe doseuse et un mélangeur.

6.2.3. Les polyuréthanes

Les polyuréthanes sont des polymères utilisés pour des applications très diverses avec des formulations très flexibles qui permettent d'obtenir des produits souples ou rigides, plus ou moins réticulés. Les polyuréthanes offrent une bonne adhérence sur tous les matériaux, poreux ou non ; ils conviennent donc pour le bois. Ils ont une consistance assez visqueuse et une couleur brune.

*** Les Polyuréthanes monocomposants**

Les Polyuréthanes monocomposants sont des adhésifs à 100% d'extrait sec, donc sans solvant. Ils réagissent en présence d'humidité : ils durcissent par réaction avec l'eau présente à la surface du bois. L'effet « moussant » de ces colles est dû à une réaction chimique durant le séchage qui dégage du CO₂.

Ces colles sont de type D4, elles sont résistantes à l'eau et adaptées pour des utilisations en milieu extérieur ou intérieur humide.

Elles ont une excellente résistance au cisaillement, une bonne résistance au pelage, à l'eau, aux solvants, à la chaleur (entre 75°C et 100°C), et le film de colle formé est souple ou rigide à volonté selon la formulation choisie.

Les terminaisons isocyanates ont la spécificité de réagir avec les fonctions chimiques [OH] du support ce qui crée une plus forte cohésion avec celui-ci, et assure une bonne résistance au pelage contrairement à beaucoup de colles.

Leur résistance aux solvants, notamment à l'eau, est un inconvénient car le nettoyage des machines et l'élimination des restes de polyuréthane durci est difficile.

Du fait des composés isocyanate, ces colles ont une durée de vie limitée. Leur application nécessite le port d'équipements de protection individuelle.

Leurs prix est plus élevé que les vinyliques, mais du fait de leur taux d'extrait sec élevé, le grammage utilisé est plus faible que celui des vinyliques.

*** Les polyuréthanes bi-composants ou EPI**

Les EPI (*Emulsionnated Polymeric Isocyanate* ou *Emulsion Polymer Isocyanates*) sont composées d'une résine type polyol (riche en terminaisons alcool) soluble dans l'eau et d'un durcisseur isocyanate émulsionné.

Contrairement aux polyuréthane monocomposants, les EPI sont des colles en phase aqueuse, plus faciles à nettoyer, avec une durée de vie plus longue.

Elles sont plus complexes à mettre en œuvre car bicomposants : les deux composants sont à mélanger avant application.

Leurs propriétés sont similaires à celles des polyuréthanes monocomposants.

Les colles EPI constituent un bon compromis entre les colles vinyliques et les colles

polyuréthanes. Elles sont bi-composant et le durcisseur isocyanate apporte une adhésion exceptionnelle sur les bois.

Ces colles sont particulièrement bien adaptées aux bois parfois délicats à coller, donc aux bois très denses comme beaucoup d'essences tropicales.

6.2.4. Adhésifs ne relevant pas de la classification des collages non structuraux

Comme mentionné au § 6.2.1., deux groupes d'adhésifs ne relèvent pas de cette classification : les adhésifs thermofusibles (*Hot Melt*) et les néoprènes.

* **Les adhésifs thermofusibles (*Hot Melt*)**

Ces thermoplastiques qui sont solides à température ambiante se liquéfient sous l'action de la chaleur. Conditionnés en pains ou en bâtons, ils sont appliqués sur l'un des supports après complète fusion entre 150°C et 200°C avant assemblage immédiat sous presse.

Le mécanisme de séchage de base est purement physique : ces adhésifs refroidissent durant le pressage en quelques secondes et deviennent solides. Le temps ouvert est très court (moins de 10 s) ainsi que le temps de prise (moins de 30 s).

Leur prise immédiate permet des cadences élevées. Leur facilité de stockage et de manutention est un atout majeur pour leur utilisation dans les chaînes de production de meubles.

Les colles *Hot Melt* de base sont constituées de polymères d'éthylène vinyl acetate (EVA), ce sont les plus utilisées pour le placage de plastiques sur le bois et les panneaux de particules, le placage des chants, ainsi que l'emballage. Ce sont les moins chères. D'autres *Hot Melt* plus performantes sont à base de polyoléfines (proche du polyéthylène) et de polyuréthanes. Les *Hot Melt* réactives, constituées de polyuréthanes, d'époxydes ou

polyoléfines, combinent séchage physique et chimique.

* **Les adhésifs néoprènes (*colles contact*)**

Ces adhésifs appartiennent à la famille des élastomères, comme le caoutchouc. Ils sont constitués d'un polymère polychloroprène (dit néoprène) additionné de résines « tackifiantes » procurant le collant immédiat. Ces colles sont en phase solvant (base acétone), à solubilité limitée donc à faible extrait sec.

Il est nécessaire de laisser sécher après application au pinceau ou au pistolet sur les deux parties à assembler. Le temps de gommage, c'est-à-dire le temps nécessaire pour que le collant se développe, prend quelques minutes pendant lesquelles le solvant s'évapore.

L'assemblage nécessite une pression faible de courte durée mais il est non repositionnable : le collage est immédiat.

La résistance au cisaillement est faible ainsi que la tenue à l'eau, mais ce mode d'assemblage confère une bonne résistance au pelage. Le joint est souple. Les colles sont inflammables du fait des solvants organiques qu'elles contiennent et doivent être manipulées dans de bonnes conditions de sécurité.

Dans l'industrie du bois, on les utilise pour le collage de stratifiés décoratifs sur panneaux de particules (formica, polyrey), en agencement, et dans l'industrie du canapé.

Les colles néoprène aquaspray (colle néoprène en phase aqueuse) tendent à se développer car plus pratiques d'utilisation.

Pour un utilisateur de colle non structurale, au moment du choix de la colle, il est important de vérifier la classe de sollicitation, D1 à D4, et de prendre en considération le coût de la colle et la facilité de mise en œuvre.

6.3. LES ADHÉSIFS STRUCTURAUX

Selon la réglementation, les adhésifs structuraux se caractérisent par un apport de résistance lié au joint de colle qui est déterminant pour transférer des efforts, de façon équivalente à un connecteur mécanique.

Les joints de colle développent une résistance mécanique élevée en cisaillement avec une rupture du joint de colle qui doit se faire préférentiellement dans le bois et non pas dans le joint de colle lors d'un essai mécanique de caractérisation.

Les exigences requises pour les adhésifs structuraux utilisés pour le bois sont régies par 3 normes associées à 3 familles distinctes d'adhésifs structuraux :

- les adhésifs de nature phénolique et aminoplaste (thermodurcissables) : norme NF EN 301 (février 2023)⁵¹.
- les adhésifs polyuréthanes monocomposants (PUR) : norme NF EN 15425 (février 2023)⁵².
- Les adhésifs EPI, à base d'isocyanates et polymères en émulsion : norme NF EN 16254 (février 2023)⁵³.

6.3.1. Classes de service et classements techniques des adhésifs structuraux

La norme NF EN 1995-1-1⁵⁴ Eurocode 5⁵⁵ relatives aux exigences de résistance des structures dans les bâtiments et les ouvrages de génie civil, à leur aptitude au service et à leur durabilité, définit trois classes de service. Ces trois classes ont une application géné-

rale qui dépasse le domaine des adhésifs. Les classes de service sont utilisées afin d'adapter les calculs de résistance (valeurs de résistances, déformations) en fonction des conditions d'environnement telles que définies dans le tableau ci-dessous.

51. AFNOR, 2023. NF EN 301 Adhésifs de nature phénolique et aminoplaste, pour structures portantes en bois - Classification et exigences de performance. Février 2023, 23 p.

52. AFNOR, 2023. NF EN 15425 Adhésifs - Adhésifs polyuréthane monocomposants (PUR) pour structures portantes en bois - Classification et exigences de performance. Février 2023, 30 p.

53. AFNOR, 2023. NF EN 16254 Adhésifs - Isocyanate de polymère en émulsion (EPI) pour structures portantes en bois - Classification et exigences de performance, Février 2023, 27 p.

54. AFNOR, 2014. NF EN 1995-1-1 COMPIL 2 Eurocode 5 - Conception et calcul des structures en bois - Partie 1-1 : généralités - Règles communes et règles pour les bâtiments - Texte compilé de la norme NF EN 1995-1-1 de novembre 2005, de son amendement A1 d'octobre 2008 et de son amendement A2. Juillet 2014, 122 p.

55. L'Eurocode 5 (NF EN 1995) donne les règles de conception et de calcul des structures en bois (bois massifs, bois lamellés-collés ou produits structuraux à base de bois. https://www.calculs-eurocodes.com/eurocode_5

Classe de service	Conditions d'environnement	Taux d'humidité d'équilibre du bois
1	T < 20 °C et HR < 65 %	< 12 %
2	T < 20 °C et HR < 85 %	12 à 20 %
3	Conditions climatiques plus sévères	>20 %

Quelques que soient leur nature chimique, les **adhésifs structuraux** sont classés selon leur aptitude à un emploi pour des structures portantes dans les conditions associées à ces 3 classes de service.

La normalisation définit ces **trois classes de service mais définit uniquement deux types d'adhésifs structuraux**, les types I et II, selon leur niveau de résistance à la chaleur et à l'eau :

* Les adhésifs de type II sont utilisables en classe de service 1.

* Les adhésifs de type I sont utilisables :

- . en classe de service 1, 2 et 3, pour les adhésifs phénoliques et aminoplastes répondant à la norme NF EN 301, ainsi que les adhésifs polyuréthanes monocomposants définis par la norme NF EN 15425,
- . en classe de service 1 et 2 uniquement pour les adhésifs de type EPI définis selon la NF 16254 (la classe de service 3 en est exclue selon la dernière version de cette norme).

Un fabricant d'adhésif doit donc certifier ses produits pour usages structuraux, quels

qu'ils soient, selon le type I ou le type II, par des essais normalisés qui permettent de qualifier l'adhésif⁵⁶.

Ces essais sont à la charge des formulateurs d'adhésifs afin d'avoir une certification permettant leur utilisation en structure.

Au-delà de ces essais, d'autres caractéristiques doivent être définies :

- Aptitude à supporter une température supérieure à 70°C ou 90°C pour les adhésifs de type I.
- Possibilité d'utilisation en joint mince ou en joint épais.
- Application en mélange ou séparé de l'adhésif et du durcisseur (sauf dans le cas des PUR qui sont monocomposants).
- Utilisation pour un usage général (GP) ou pour l'aboutage par enture multiple (FJ).

Ainsi, un adhésif de la classe EN 301 I 70 GP 0,3S conviendra pour toutes classes de service, pour usage général, résistant à 70°C, en joint mince de 0,3 mm, en application séparée.

Ces caractéristiques sont définies précisément dans les normes NF EN 302-1 et NF EN 302-2 ce qui permet aux utilisateurs de colles de choisir un adhésif sans connaissance spécifique de la chimie des colles.

⁵⁶. Les deux principaux tests à réaliser sont décrits dans les normes NF EN 302-1* et NF EN 302-2** : (1) test de cisaillement (comme pour les adhésifs non structuraux) avant et après conditionnement humide (EN 302-1) ; (2) test de délamination (EN 302-2) consistant à fabriquer un prototype de lamellé-collé, à en prélever des échantillons, et à les soumettre à des cycles de gonflement/retrait pour forcer l'apparition de décollements de joints, appelés délaminations ; à la suite des conditionnements, les longueurs de ces délaminations sont mesurées et comparées à des niveaux d'exigences.

* AFNOR, 2023. NF EN 302-1 Adhésifs pour structures portantes en bois - Méthodes d'essais - Partie 1 : détermination de la résistance au cisaillement en traction longitudinale. Février 2023, 18 p.

** AFNOR, 2023. NF EN 302-2 Adhésifs pour structures portantes en bois - Méthodes d'essai - Partie 2 : détermination de la résistance à la délamination. Février 2023, 23 p.

6.3.2. Les adhésifs thermodurcissables de nature phénolique et aminoplastes

Ces adhésifs, mono ou bi-composant, thermodurcissables, assurent un collage irréversible obtenu ou accéléré par la chaleur.

On en distingue trois principales catégories pour le collage des bois massifs.

*** Les colles urée-formol (UF)**

Ces colles sont des bi-composants (résine + durcisseur) utilisées à froid ou à chaud ; l'application séparée de la résine et du durcisseur est possible.

Elles sont peu onéreuses ; elles assurent un collage rigide avec une bonne résistance à l'eau.

Les UF permettent d'obtenir des joints épais (colles chargées à fort extrait sec, et à faible retrait) ce qui est utile lorsque les surfaces à coller ne sont pas parfaitement planes.

Elles n'ont pas une bonne stabilité dans des conditions de forte humidité ce qui les exclut des applications prévues pour les adhésifs de type I.

Leur principal inconvénient est l'émission de formol (ou formaldéhyde, produit irritant classé comme cancérigène) due à une part de formol libre non polymérisé qui se dégage, en partie pendant la durée de vie du produit.

*** Les colles mélamine-urée-formol (MUF)**

Les colles de type MUF sont les colles structurales les plus utilisées, elles présentent souvent le meilleur compromis industriel.

La mélamine (M) apporte des propriétés hydrophobes stabilisant le polymère lors d'utilisations en conditions humides, voire en extérieur. Plus le taux de mélamine est élevé, plus une MUF est résistante à l'humidité.

Leur résistance en utilisation extérieure et leur résistance à l'eau sont supérieures à celles des UF.

Comme les UF, ces colles sont des bi-composants (résine + durcisseur) utilisés à froid ou à chaud ; l'application séparée de la résine et du durcisseur est possible.

Classées type I, les MUF (à taux de mélamine élevé) sont très utilisées en BLC pour les éléments de charpente.

Elles sont aussi utilisées pour coller les carrelés de menuiserie.

*** Les colles résorcine (résorcine-phénol-formol, RPF)**

Ces colles bi-composants ont été les premières colles industrielles pour la charpente.

Elles donnent d'excellents résultats pour des applications extérieures avec une excellente résistance au feu. Elles sont de type I et valident les essais de vieillissement à 90°C.

Elles peuvent être utilisées dans tous les environnements possibles.

Les PRF sont adaptées pour des applications extérieures, ouvrage d'art par exemple ou pour des éléments de structures pouvant évoluer dans des conditions humides, avec des contraintes mécaniques élevées.

Elles sont cependant plus chères que les UF et de couleur noire ce qui laisse les joints apparents.

Elles sont toxiques et polluantes ; de ce fait, les MUF leur sont souvent préférées.

6.3.3. Les adhésifs polyuréthanes et les EPI (Emulsion Polymer Isocyanates)

Les polyuréthanes sont des polymères utilisés pour des applications très diverses et qui peuvent être formulés à façon en fonction de l'usage que l'on veut en faire.

Ainsi, pour le collage du bois, certaines formulations sont adaptées pour des applications structurales, d'autres pour un collage non structural, ces formulations étant différentes mais fonctionnant chimiquement de manière similaire.

Les colles structurales réticulent davantage et développent une énergie de cohésion supérieure à celle de leurs homologues non structurales.

Comme pour les applications non structurales, on distingue les polyuréthanes monocomposants et les EPI.

Ces deux types de colles sont deux variantes d'une même chimie à base d'isocyanates.

Lors de la mise en œuvre, la phase et le nombre de composants les différencient :

- Les polyuréthanes sont des colles sans solvant, à extrait sec élevé, dont le durcissement est obtenu grâce à l'humidité du bois. Elles sont très utilisées pour la fabrication des CLT.

- Les EPI sont des formulations en phase aqueuse, comportant un composant « polyol en émulsion » et un durcisseur isocyanate modifié. Le durcisseur est ajouté et mélangé au moment de l'application. Ces colles sont plus récentes, adaptées pour du type I, mais actuellement non adaptées pour la classe de service 3. Elles sont surtout utilisées en menuiserie (donc en non structural)

Ces colles présentent une bonne résistance au pelage et une excellente adhérence mais leur résistance à la chaleur est inférieure à celle des aminoplastes et des phénoplastes : il faut se référer aux prescriptions de certification de la colle pour la limite de température de service.

Ces colles conviennent aussi bien en intérieur qu'en extérieur et sont adaptées aux collages extrêmes, par exemple les collages bois-métal et la fabrication de panneaux sandwichs pour les camions frigorifiques.

Leurs contraintes d'utilisation, notamment liées à leur stockage et au nettoyage des instruments et des dispositifs de collage, sont un frein à leur développement pour le collage du bois.

6.3.4. Les colles epoxy

Ces colles de haute performance sont à prise à chaud pour les monocomposants, à température ambiante pour les bi-composants. Du fait de leur extrait sec de 100%, elles ne génèrent pas de retrait à la prise et sont très adhérentes.

Elles sont adaptées pour les joints épais (quelques dixièmes de mm d'épaisseur) pour coller deux matériaux différents, avec une légère pression d'accostage. Elles présentent de très bonnes propriétés : résistance à la chaleur > 100°C, résistance

à l'eau, aux solvants, aux acides, aux bases, bonne tenue à la fatigue.

Elles sont davantage destinées aux applications dans l'aéronautique, l'automobile, le nautisme (collages intérieurs dans la fabrication de bateaux), le sport (skates). Leur prix reste élevé et elles sont toxiques par contact avec la peau.

Ces colles ne sont que peu utilisées pour assurer des liaisons bois/bois.

Le choix d'un adhésif structural est régi par les conditions de service qu'il permet d'assurer mais dépend aussi d'autres critères : coût, cadence de mise en œuvre, confort d'usage, gestion des déchets.

7.

CARACTÉRISTIQUES DES ADHÉSIFS ET MÉCANISMES PHYSICO-CHIMIQUES DU COLLAGE DU BOIS

7.1. CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES ADHÉSIFS

7.1.1. Densité

La densité est le rapport de la masse volumique de la colle sur la masse volumique de l'eau. Cette caractéristique est régie par la norme NF EN 54⁵⁷.

7.1.2. Viscosité dynamique

Dans un écoulement laminaire, la viscosité d'un fluide correspond à son aptitude à résister à la déformation. Elle dépend de la température. Pour les adhésifs, la viscosité se mesure selon la norme NF EN 12092⁵⁸ à l'aide d'un viscosimètre.

7.1.3. Extrait sec

L'extrait sec d'un adhésif est sa fraction massique solide, c'est-à-dire ce qui reste après évaporation du solvant (eau). L'extrait sec correspond au constituant du joint de colle après évaporation et diffusion du solvant. Il se mesure par pesée de l'adhésif avant et après séjour dans une étuve, selon le protocole défini dans NF EN 827⁵⁹.

7.1.4. pH

Par définition, le pH (potentiel Hydrogène) ne peut se mesurer que sur les adhésifs en phase aqueuse ce qui est le cas de la plupart des adhésifs pour le bois, sauf les polyuréthanes mono-composants PUR. Il se mesure à l'aide d'une sonde de pH (norme NF EN 1245⁶⁰). Le pH de la colle est souvent modifié lorsque la colle est associée à un durcisseur ou même localement lorsqu'elle est en contact avec le bois (effet tampon du bois qui a tendance à imposer son pH).

⁵⁷. AFNOR, 2003. NF EN 542 Adhésifs - Détermination de la masse volumique. Novembre 2003, 11 p.

⁵⁸. AFNOR, 2002. NF EN 12092 Adhésifs - Détermination de la viscosité. Août 2002, 16 p.

⁵⁹. AFNOR, 2006. NF EN 827 Adhésifs - Détermination de l'extrait sec conventionnel et de l'extrait sec à masse constante. Mars 2006, 11 p.

⁶⁰. AFNOR, 2011. NF EN 1245 Adhésifs - Détermination du pH. Juin 2011, 11 p.

7.2. CARACTÉRISTIQUES D'USAGE DES ADHÉSIFS ET MÉCANISMES PHYSICO-CHIMIQUES DU COLLAGE DU BOIS

7.2.1. Grammage ou consommation

Le grammage, ou consommation, est la quantité de mélange collant à appliquer par unité de surface (g/m^2).

Il dépend de l'extrait sec de la colle, de la planéité et de la porosité du support. Un grammage trop faible entraînera une force de collage insuffisante. Un grammage trop fort entraînera un temps de séchage plus long et une surconsommation.

Le dépôt d'une fine épaisseur permettra à l'eau de la colle de s'évacuer plus rapidement du joint de colle (porosité du bois).

Si les deux surfaces à afficher sont parfaitement planes et pour une colle non structurale de densité 1, l'épaisseur de colle minimale est de 0,1mm ce qui correspond à environ 100 g/m^2 ; en réalité, le grammage doit être légèrement supérieur, entre 120 et 150 g/m^2 .

Pour un collage structural qui réclame davantage de pénétration d'adhésif, on applique en général un grammage plus élevé, 300 à 400 g/m^2 .

Certaines colles épaisses, dites colles à joint épais, nécessiteront un dépôt d'1 mm : ce sont des formulations spéciales, à base d'UF ou de PU, utilisées pour rattraper un manque de planéité des surfaces à encoller. Un fort grammage entraînera toujours un temps de séchage plus long.

Pour les bois à faible tension de surface tels que certains bois tropicaux, l'ajout d'agents tensio-actifs à la colle favorise la mouillabilité de la surface du bois.

La pénétration de la colle est liée à la mouillabilité des supports. Elle est plus difficile pour les bois à forte densité ou à teneur élevée en extractibles (Padouk, Iroko, Niangon...) ; elle dépend aussi de la porosité du bois, qui est très élevée chez certaines essences (Sapelli, Ayous...).

La quantité de colle appliquée dépend de l'essence à coller, du temps d'assemblage et de l'orientation de l'usinage par rapport au fil du bois ; ainsi, une orientation transversale, telle que celle du bois de bout des entures, nécessite une application importante de colle.

7.2.2. Durée de vie (*shelf life*)

La durée de vie d'un adhésif correspond au temps pendant lequel il conserve ses propriétés de mise en oeuvre. Elle diminue lorsque la température augmente (à prendre

en compte pendant les périodes chaudes et en région tropicale), un stockage en local tempéré est à prévoir.

7.2.3. Point de craie

Le point de craie est la température en dessous de laquelle il est déconseillé de coller car la coalescence est empêchée : la mobilité moléculaire n'est alors pas suffi-

sante pour créer des liaisons. Un stockage et une mise en oeuvre en local tempéré peuvent aussi s'avérer nécessaires.

7.2.4. Temps de vie en pot ou durée pratique d'utilisation (DPU), ou *pot life*

Cette caractéristique correspond à l'intervalle de temps pendant lequel un adhésif bi-composants est utilisable après mélange (il ne doit pas avoir commencé à durcir ce qui l'empêcherait d'adhérer suffisamment sur le bois).

Le temps de vie en pot diminue avec l'aug-

mentation de la température car la chaleur accélère les réactions chimiques. Un dépassement du *pot life* entraîne un épaississement du mélange qui ne peut plus s'étaler ni s'imprégner dans le support : l'adhésif accroche moins bien et le joint sera un point d'amorce des ruptures.

7.2.5. Temps de gel (pour les thermodurcissables)

Cette caractéristique est spécifique des thermodurcissables. Elle correspond au temps nécessaire pour faire durcir l'adhésif dans des conditions de températures précises et généralement élevées.

Physiquement, cela correspond au moment où le polymère devient tridimensionnel par

la réaction des molécules les unes sur les autres. Plus le temps de gel est court, plus la réactivité de l'adhésif est élevée.

Si un polymère ne durcit pas à la chaleur et qu'il se ramollit, c'est qu'il est thermoplastique, et n'a donc pas de temps de gel.

7.2.6. Temps de gommage

Cette caractéristique ne concerne que les colles qui font leur prise par séchage/départ du solvant, et non les colles à 100% d'extrait sec.

Il correspond à la durée minimale à respecter après application de la colle pour accoster les deux supports. Durant ce temps, la colle a perdu suffisamment d'eau par évaporation à l'air, elle s'est suffisamment épaissie et a acquis suffisamment de pouvoir collant pour l'assemblage.

En deçà de ce temps, le séchage n'est pas assez avancé, la colle n'a pas développé son pouvoir collant (= tack ou pégosité), elle est trop liquide et sera expulsée lors de l'affichage du support. Ce temps ne concerne que les colles thermoplastiques qui font leur prise par séchage. Il est rarement mentionné dans les fiches techniques, car très court. Le temps de gommage peut varier dans un rapport de 1 à 4 selon la température du chantier.

7.2.7. Temps d'assemblage ouvert (TAO)

Le TAO est la durée maximale à ne pas dépasser après étalement de la colle pour afficher les deux supports.

Au-delà du TAO, le séchage de la colle est trop avancé, la colle a perdu son pouvoir collant (pégosité) et l'adhérence sur le deuxième support sera réduite.

Le TAO peut être de quelques secondes (colles thermofusibles) à quelques dizaines de minutes (vinyliques, colles structurales).

Pour des surfaces très grandes (BLC de grande portance), il est important que le temps ouvert soit assez long. Pour les colles bi-composants, il dépend de la vitesse de réaction (temps de gel).

Pour les bois tropicaux très denses et « gras » (bois à taux d'extractibles élevés), l'encollage doit se faire moins d'une heure après le rabotage.

7.2.8. Temps d'assemblage fermé (TAF)

Le TAF correspond à la durée pendant laquelle les deux parties de l'assemblage sont mises en contact sans pression, jusqu'au moment du pressage. Elle n'est pas toujours nécessaire, mais elle permet de faciliter la diffusion de la colle sur toute la surface du joint.

7.2.9. Pression de collage

Le pressage permet d'assembler deux pièces de bois en garantissant leur planéité pour obtenir une épaisseur de joint de colle constante et un parfait jointement des éléments. Il facilite la pénétration de la colle dans les pores du bois ce qui améliore l'adhésion mécanique.

La pression de collage du bois varie entre 5 et 15 kg/cm² (pour les produits de faible épaisseur comme les placages, la pression est voisine de 5 kg/cm² afin de limiter leur marquage en surface).

Les pressions à appliquer dépendent de la nature de la production et de la mouillabilité des bois. L'état de surface des bois avant encollage est une caractéristique importante et ne doit pas présenter de variations d'épaisseur supérieures à 0,2 mm.

Pour les bois à forte porosité, il est nécessaire de diminuer les valeurs de pression pour limiter l'absorption de la colle par le bois.

7.2.10. Polymérisation des adhésifs

Après encollage et pressage, les adhésifs durcissent par polymérisation, soit par évaporation du solvant (polymérisation physique des colles PVAc, néoprènes, hot-melt...), soit par réaction chimique (polymérisation chimique des colles UF, MUF, PUR).

On distingue quatre modes de durcissement des colles à bois :

- Le durcissement chimique par réaction entre une résine et un durcisseur. Il concerne la famille des aminoplastes (UF, MUF, RPF, EPI).
- Le durcissement physique par évaporation de l'eau. Il concerne les colles vinyliques.

- Après la liquéfaction par la chaleur, durcissement par refroidissement au contact des matériaux. Il concerne les colles thermofusibles ou hot-melt.
- Le durcissement après évaporation des solvants de l'adhésif appliqué sur chaque face à coller. Il concerne les colles de contact type néoprène.

L'utilisation de générateurs haute fréquence ou micro-ondes accélère la polymérisation des adhésifs, notamment pour les fortes épaisseurs, par exemple pour les charpentes en bois lamellé-collé, avec un raccourcissement des temps de pressage.

7.2.11. Stabilisation

Le collage est souvent activé par des durcisseurs réactifs pour les aminoplastes et par une augmentation de la température, ce qui exige une stabilisation en sortie de presse.

Les poutres cintrées en charpente ont une épaisseur importante et doivent être stabi-

lisées deux à trois jours pour relâcher les contraintes du cintrage.

Avant les contrôles de classification de résistance en vue de la certification, 1 à 2 semaines de stabilisation sont nécessaires.

MISE EN ŒUVRE DU COLLAGE DU BOIS

La mise en œuvre du collage correspond à une succession d'opérations, depuis la préparation des supports jusqu'au pressage des produits collés.

Les composés chimiques utilisés étant souvent très réactifs, les règles de sécurité en vigueur doivent être scrupuleusement appliquées et respectées à chaque étape de la mise en œuvre : manipulation des composés, protection du personnel, dispositions pour l'environnement, etc.

Les informations relatives à ces règles sont consignées dans les fiches de données de sécurité et les fiches techniques qui doivent être facilement accessibles et dont le contenu doit être connu. Ces fiches sont fournies lors de l'achat de la colle.

8.1. CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

La qualité du collage est directement liée au respect du taux d'humidité du bois, des conditions d'application imposées par le

fabricant de l'adhésif et de la planéité des supports (qualité de l'usinage).

8.1.1. Taux d'humidité du bois

Pour obtenir un bon collage, le taux d'humidité du bois doit être généralement compris entre 5 et 14 %. Si le bois est trop sec, sa mouillabilité augmente, donc le temps d'assemblage doit diminuer et il faut augmenter le grammage.

Si le bois est trop humide, sa mouillabilité diminue et le temps de pressage augmente.

8.1.2. Usinage des bois

Une bonne planéité des supports est importante pour assurer le transfert de la colle ; les colles à bois sont essentiellement à joint mince.

Leur application ne compense généralement pas les variations d'épaisseur.

8.2. PRÉPARATION DES ADHÉSIFS

8.2.1. Stockage

Les conditions de stockage varient selon les adhésifs.

La régularité des approvisionnements et la température de stockage doivent être optimisées en fonction de la production.

8.2.2. Pompage

Le pH de certaines colles peut être très bas (voisin de 1,5) ; les pompes d'alimentation ou de mélange doivent donc être fabriquées en inox ou avec tout autre matériau résistant à la corrosion des acides.

8.2.3. Mélange des produits bi-composants

Les produits bi-composants sont mélangés à l'aide de pompes à débit variable pour ajuster le ratio résine/durcisseur nécessaire.

permettent d'utiliser des produits rapides à faible durée de vie et de bien maîtriser la consommation de colle.

Certains systèmes sont dotés de mélangeurs automatiques utilisant la force centrifuge dans un entonnoir de mélange, ils

La résine et le durcisseur des produits bi-composants peuvent être appliqués de façon séparée (colles UF, MUF, RPF).

8.3. APPLICATION DES ADHÉSIFS POUR LE COLLAGE DES BOIS MASSIFS

8.3.1. Encolleuse à rouleaux

Une majorité des encolleuses utilisées dans l'industrie du bois sont des encolleuses à rouleaux. Les panneaux à coller circulent entre deux rouleaux réglés en fonction de l'épaisseur du panneau. La répartition et le dosage de la colle sont assurés par un bac racleur ou un rouleau doseur.

8.3.2. Encolleuse à rideau

L'encolleuse à rideau permet d'obtenir un grammage plus précis que l'encolleuse à rouleaux ; le grammage est défini par la vitesse d'avance du bois et le débit de la pompe.

L'encolleuse est dotée d'une rampe d'application qui dépose des cordons de colles, ou de deux rampes pour déposer la résine et le durcisseur.

Les vitesses d'encollage sont très rapides, jusqu'à 150 m/min, mais sur une seule face.

8.3.3. Encollage à cordon

Principalement utilisé dans le panneautage, l'encollage par cordon consiste à appliquer un cordon de colle sur le chant de la lamelle de bois.

8.3.4. Encollage des entures d'aboutage

Les entures d'aboutage sont encollées par pulvérisation, à l'aide de peignes ou par des rouleaux encolleurs.

SYNTHÈSE : DOMAINES D'APPLICATION DU COLLAGE DES BOIS MASSIFS, ADHÉSIFS CORRESPONDANTS, ET ÉQUIPEMENTS D'ENCOLLAGES ET DE PRESSAGE ASSOCIÉS

Le tableau ci-dessous reprend par grand domaine d'application les adhésifs utilisés pour coller les bois massifs, et le type d'encolleuses et de presses mises en œuvre (extrait de Carouge et Gérard, 2015⁶¹).

Application	Adhésif	Encolleuse	Presse
Coques pour sièges, lattes de lit, skateboards, pièces d'agencement cintrées	UF, MUF, (PVAc)	Encolleuse à rouleaux	Presses mono- & multi-étage(s) équipées de moules
Construction : poutres, charpentes	MUF, PRF, PUR	Encolleuse à rideaux	Presse latérale à vis ou vérins
Panneaux massifs de coffrage ou de structure	UF, MUF, EPI, PUR	Encolleuse à rouleaux	Presse à plateaux mono- & multi-étage(s)
Panneaux massifs pour ameublement, cercueils, agencement...	UF, MUF, PVAc, EPI	Encolleuse à cordons	Panneauteuse pour bois massif
Menuiserie, montants, carrelots, vérandas	UF, MUF, PVAc, EPI, PUR	Encolleuse à rouleaux	Cadreuse à vérins
Assemblages de menuiserie (tenon mortaise, tourillons...)	UF, MUF, PVAc, EPI, époxy	Encolleuse à cordons	Cadreuse à vérins

UF : urée-formol ; MUF : mélamine-urée-formol ; PF : phénol-formol ; PRF : résorcine ; PVAc : vinylique ; PUR : polyuréthane ; EPI : émulsion polymer isocyanates

61. Carouge O., Gérard J., 2015. Collage des bois. In : Mille Gilles (ed.), Louppe Dominique (ed.). Mémento du forestier tropical. Versailles : Ed. Quae, p 958-967 <http://www.quae.com/fr/r4730-memento-du-forestier-tropical.html>.

MARQUES DE QUALITÉ ET CERTIFICATIONS DISPONIBLES EN EUROPE POUR LE COLLAGE DES BOIS MASSIFS

10.1. LABORATOIRES ET ORGANISMES EUROPÉENS INTERVENANT DANS LA QUALIFICATION ET LA CERTIFICATION DES COLLAGES DES BOIS MASSIFS

La certification du collage des bois, en particulier pour des applications en structure, est une étape critique pour garantir la qualité, la durabilité et la sécurité des ouvrages.

En Europe, plusieurs laboratoires et organismes proposent de tester et certifier le collage des bois. Voici une liste, non exhaustive, des principaux laboratoires et organismes reconnus dans ce domaine :

10.1.1. Allemagne

* [IFT Rosenheim](https://www.ift-rosenheim.de/)⁶². L'Institut für Fenstertechnik - IFT à Rosenheim est un institut reconnu en Allemagne pour les tests, la certification et la recherche dans le domaine des fenêtres, des portes et des façades, y compris les matériaux en bois et les techniques de collage.

* [Fraunhofer Institute for Wood Research, Wilhelm-Klauditz-Institut](https://www.wki.fraunhofer.de/en)⁶³ – WKI. Cet institut est spécialisé dans la recherche sur le bois et les matériaux dérivés, incluant les tests de collage et la certification.

10.1.2. Finlande

[VTT Technical Research Centre](https://www.vttresearch.com/en)⁶⁴. Le VTT est un institut de recherche multidisciplinaire qui offre également des services de certification pour le bois et les technologies de collage.

10.1.3. France

[FCBA \(Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement\)](https://www.fcba.fr/contactez-nous/)⁶⁵. Le FCBA est un des acteurs majeurs en France dans le domaine des essais et des certifications pour le bois et les produits dérivés. Il offre des services de certification pour les colles ainsi que pour les procédés de collage.

Le FCBA intervient notamment pour les certifications [Acerbois Glulam & BMR](https://www.fcba.fr/certifications/acerbois-glulam-bmr/)⁶⁶ et [CTB LCA Lamellés collés aboutés](https://www.fcba.fr/certifications/ctb-lca/)⁶⁷ (voir section suivante) qui, avec [Komo](https://www.komo.nl/over-komo/english/)⁶⁸ (section suivante), constituent les principaux systèmes de certification européens pour le collage des bois.

62. <https://www.ift-rosenheim.de/>

63. <https://www.wki.fraunhofer.de/en>

64. <https://www.vttresearch.com/en>

65. <https://www.fcba.fr/contactez-nous/>

66. <https://www.fcba.fr/certifications/acerbois-glulam-bmr/>

67. <https://www.fcba.fr/certifications/ctb-lca/>

68. <https://www.komo.nl/over-komo/english/>

10.1.4. Italie

[Catas SpA](#)⁶⁹. CATAS est un laboratoire de recherche et d'essais spécialisé dans les produits bois et meubles. Il réalise des tests de collage des bois et délivre des certifications pour ces produits.

10.1.5. Pays-Bas

Voir § 10.4

10.1.6. Royaume-Uni

Au Royaume-Uni, plusieurs laboratoires et organismes certifient le collage des bois en assurant que les produits et procédés de collage respectent les normes britanniques et européennes. Les principaux acteurs dans ce domaine sont les suivants :

- * [Building Research Establishment- BRE](#)⁷⁰ (Watford, Angleterre). Le BRE est un des principaux centres de recherche sur le bâtiment au Royaume-Uni. Il propose une large gamme de services de tests et de certifications pour les matériaux de construction, y compris le bois et les colles pour bois. BRE délivre des certifications en référence aux normes britanniques (BS) et européennes (EN).
- * [BM TRADA](#)⁷¹ (High Wycombe, Angleterre). BM TRADA est un organisme international de certification qui offre des services de certification pour les produits en bois, y compris le collage des bois. BM TRADA délivre également des certificats de conformité pour des normes spécifiques britanniques (BS).
- * [British Board of Agrément - BBA](#)⁷² (Watford, Angleterre). Le BBA est un organisme britannique de certification qui évalue et certifie les produits de construction, y compris les colles pour bois et les systèmes de collage. Le BBA est reconnu pour ses agréments qui certifient que les produits sont conformes aux normes techniques britanniques et européennes.
- * [Exova - Element Materials Technology Group](#)⁷³ (divers sites au Royaume-Uni). Exova, qui fait partie du *Element Materials Technology Group* depuis 2017, est un réseau mondial de laboratoires d'essais et de certification. Au Royaume-Uni, ces laboratoires proposent des services pour tester et certifier les colles pour bois, en assurant qu'elles répondent aux exigences de performance selon les normes en vigueur, britanniques et/ou européennes .

10.1.7. Suède

[SP Technical Research Institute of Sweden](#)⁷⁴: SP, qui fait partie de [RISE \(Research Institutes of Sweden\)](#)⁷⁵ réalise des essais et propose des certifications pour les matériaux bois, y compris les tests de collage.

⁶⁹. <https://catas.com/en/>

⁷⁰. <https://bregroup.com/industries>

⁷¹. <https://www.bmtrada.com/>

⁷². <https://www.bbacerts.co.uk/>

⁷³. <https://www.element.com/>

⁷⁴. <https://irissmartcities.eu/sp-technical-research-institute-sweden-sp-sweden/>

⁷⁵. <https://www.ri.se/sv?refdom=www.sp.se>

10.2. CERTIFICATIONS ACERBOIS GLULAM ET ACERBOIS BMR

Créée en 1995, l'association ACERBOIS est propriétaire d'un référentiel et d'une marque de certification volontaire des éléments, ouvrages et kits, en bois lamellé collé ou produits dérivés du bois, assemblés ou non, à usages structuraux.

L'Association délègue la gestion de la certification en mandant un organisme de certification de produits en régularisant avec ce dernier un contrat qui lui impose notamment un fonctionnement selon la norme internationale ISO 17065 relatives aux organismes certifiant les produits, les procédés et les services.

L'organisme de certification atteste de la conformité des produits aux caractéristiques décrites dans le programme de certification.

De ce fait la [certification Acerbois](#)⁷⁶ n'est plus une certification selon les articles 433-3 à 433-11 du code de la consommation.

Le [référentiel des certifications Acerbois GLULAM et Acerbois BMR](#)⁷⁷ précise les conditions selon lesquelles le droit d'usage des marques Acerbois GLULAM (bois lamellé collé) ou Acerbois BMR (bois massifs reconstitués) est délivré, maintenu ou retiré.

Appliquées à des éléments à usages structuraux, les marques Acerbois GLULAM et Acerbois BMR attestent de la conformité de ces produits aux spécifications techniques définies dans la partie 3 de ce référentiel, en garantissant notamment que la fabrication est assujettie à des contrôles internes pertinents et efficaces.

Le fabricant doit être en mesure de prouver sa conformité à la norme NF EN 14080 (août 2013)⁷⁸ dont il faut rappeler que **son domaine d'application a été limité aux produits en bois lamellé-collé fabriqués à partir des essences de bois de résineux énumérées dans la présente norme, et de peuplier.**

Interrogée, l'UICB⁷⁹ indique qu'à ce jour, les bois tropicaux ne peuvent entrer dans la certification Acerbois, les seules essences autorisées étant celles énumérées dans la norme EN 14080. Cependant, cela reste envisageable dans la mesure où un fabricant de BLC ou BMR souhaiterait que ses produits obtiennent la certification. Dans ce cas, l'association Acerbois serait amenée à statuer pour faire évoluer son référentiel afin de permettre cette évolution.

La certification porte également sur :

- L'aptitude aux classes d'emploi
- Le respect des classes d'aspect
- La conformité du traitement anti-termite quand cela s'avère nécessaire (mention T)
- La preuve que 90 % des bois utilisés sont issus de forêts gérées durablement

Selon la version du 17 février 2025 de la [Liste des produits et titulaires certifiés](#)⁸⁰, 24 producteurs, tous français, bénéficient de la certification Acerbois⁸¹.

⁷⁶. <https://www.fcba.fr/certifications/acerbois-glulam-bmr/>

⁷⁷. <https://www.fcba.fr/wp-content/uploads/2024/06/R%C3%A9f%C3%A9rentiel-RF-006-ACERBOIS-GL-BMR-version-9.pdf>

⁷⁸. AFNOR, 2013. NF EN 14080 Structures en bois - Bois lamellé collé et bois massif reconstitué – Exigences. Août 2013, 112 p.

⁷⁹. Union des Industriels et Constructeurs Bois

⁸⁰. <https://www.fcba.fr/wp-content/uploads/2025/02/2025-02-17-Annuaire-Produits-Certifies-ACERBOIS.pdf>

⁸¹. Six essences sont couvertes : Douglas, Epicéa, Pin Maritime, Mélèze, Pin Sylvestre et Peuplier

10.3. CTB LCA (LAMELLÉS COLLÉS ABOUTÉS)

Les carrelets lamellés-collés pour la menuiserie n'ont pas encore fait l'objet d'une norme européenne harmonisée et ne sont donc pas encore soumis au marquage CE.

La certification CTB-LCA gérée par le FCBA atteste de la compatibilité de la colle avec l'emploi visé et de la qualité des usinages et de l'assemblage par collage.

10.3.1. Synthèse du référentiel de certification CTB LCA

Le [référentiel de certification CTB LCA](#)⁸² précise dans le cadre des Règles Générales de la Marque CTB, les conditions de délivrance de la certification et du droit d'usage de la Marque CTB-LCA.

La marque de qualité CTB LCA (lamellés collés aboutés) certifie que les carrelets lamellés collés aboutés qu'elle couvre :

- 1) ont des caractéristiques conformes aux normes et spécifications techniques en vigueur définies en partie 2 du référentiel,
- 2) proviennent d'une fabrication dont la qualité est contrôlée conformément aux dispositions prévues en partie 3 du référentiel.

Le référentiel s'appuie principalement sur les deux normes NF EN 13307-1 (février 2007)⁸³ et XP CEN/TS 13307-2 (janvier 2010)⁸⁴.

La Marque CTB-LCA s'applique aux carrelets, en bois ou en bois modifiés⁸⁵, aboutés replaqués ou non, lamellés-collés aboutés replaqués ou non, lamellés collés non aboutés destinés à un usage en menuiserie extérieure ou intérieure.

Ces carrelets peuvent être replaqués sur un de leurs parements ou enrobés d'un revêtement en bois ou autre matériau, d'épaisseur inférieure à 7/10 mm.

Un carrelet est un profilé constitué de lamelles en bois, collées entre elles :

- à chant plat,
- dans le sens du fil du bois (longueur de la lamelle).

La section des lamelles et leur face de collage (épaisseur ou largeur) est indifférente. Toutefois, pour les besoins de la certification les définitions suivantes sont admises :

Carrelets classiques :

Les carrelets classiques sont des carrelets composés :

- d'une même essence,
- de 2 plis parallèles ou plus,
- dont le rapport entre l'épaisseur du pli le moins épais et l'épaisseur du pli le plus épais est supérieur à 0,5.

Carrelets spéciaux :

Les carrelets spéciaux sont des carrelets dont la composition n'entre pas dans la définition des carrelets classiques.

⁸². <https://www.fcba.fr/certifications/ctb-lca/>

⁸³. AFNOR, 2007. NF EN 13307-1 Ebauches et profilés semi-finis en bois pour usages non structurels – Partie 1. Exigences. Février 2007, 14 p.

⁸⁴. AFNOR, 2010. XP CEN/TS 13307-2 Ébauches et profilés semi-finis en bois lamellés-collés et assemblés par entures multiples pour usages non structurels - Partie 2. Contrôle de production. Janvier 2010, 25 p.

⁸⁵. les bois modifiés sont des bois dont les caractéristiques intrinsèques ont été modifiées par un traitement spécial : bois modifiés thermiquement (BMT), bois acétylés, bois densifiés, etc.

10.3.2. Les titulaires de la Marque de Qualité CTB Lamellés Collés Aboutés

La liste des fabricants de carrelots lamellés collés aboutés bénéficiant de la Marque de Qualité CTB Lamellés Collés Aboutés⁸⁶ est disponible sur le site du FCBA.

Au 1^{er} juin 2025, 25 fabricants issus de 11 pays étaient référencés dans cette liste^{87 88} selon la répartition dans le tableau ci-après. Ce tableau montre ainsi que 24 essences tropicales africaines de forêt naturelle sont

référéncées pour fabriquer des carrelots lamellés collés aboutés sous cette marque de qualité, ainsi que 2 essences de plantation :

Acajou d'Afrique, Bilinga, Bossé, Cordia d'Afrique, Dabéma, Difou, Doussié, Ebiara, Framiré, Iatandza, Iroko, Kanda, Kosipo, Kotibé, Limbali, Lotofa, Makoré, Moabi, Movingui, Niangon, Onzabili, Sapelli, Sipo, Tiama Cedro, Hévéa

Continent	Pays	Nombre de titulaires	Essences
Europe	France	13	Châtaignier, Chêne, Chêne Blanc d'Amérique, Chêne Rouge d'Amérique, Douglas, Frêne, Hêtre, Mélèze, Pin laricio, Pin maritime, Pin radiata, Pin sylvestre Bossé, Kosipo, Limbali, Lotofa, Moabi, Movingui, Niangon, Sapelli, Sipo Louro Vermelho, Tauari Red Grandis
	Espagne	2	Chêne, Eucalyptus globulus, Pin maritime, Pin radiata
	Italie	1	Chêne, Chêne blanc d'Amérique, Hêtre, Mélèze, Pin sylvestre Sapelli Red grandis
	Pologne	1	Chêne, Hêtre, Pin sylvestre Red grandis
	Ukraine	1	Hêtre, Chêne
Afrique	Côte d'Ivoire	1	Acajou d'Afrique, Bilinga, Bossé, Cordia d'Afrique, Dabéma, Difou, Doussié, Ebiara, Framiré, Iatandza, Iroko, Kotibé, Limbali, Lotofa, Makoré, Movingui, Niangon, Onzabili, Sapelli, Sipo, Tiama Hévéa
	Ghana	1	Acajou, Bossé, Cedro, Doussié, Framiré, Iroko, Kosipo, Kotibé, Limbali, Lotofa, Makoré, Niangon, Movingui, Sapelli, Tiama
	République du Congo	2	Bossé, Kanda, Kosipo, Limbali, Sipo, Sapelli
	République Démocratique du Congo	1	Kosipo, Sipo, Sapelli
Amérique du sud	Uruguay	1	Red grandis
Asie	Malaisie	1	Acajou d'Afrique, Kosipo, Sapelli Red grandis,

Lorsqu'ils adhèrent à la marque de qualité CTB Lamellés Collés Aboutés, les fabricants reçoivent un ou plusieurs certificats de qualité en fonction de la nature des produits proposés (exemple de certificat de qualité en annexe 1).

⁸⁶. <https://www.fcba.fr/certifications/ctb-lca/>

⁸⁷. Liste éditée le 23 avril 2025

⁸⁸. Un an plus tôt, au 1^{er} juin 2024, cette liste comprenait 24 titulaires, un fabricant de République Démocratique du Congo ayant intégré la Marque depuis.

10.4. KOMO

[KOMO](#)⁹⁰ est un label de qualité reconnu aux Pays-Bas, utilisé pour certifier différents produits, procédés et services dans le secteur de la construction, y compris le bois et les colles pour bois.

Le label KOMO garantit que les produits certifiés répondent aux normes et exigences légales ainsi qu'aux spécifications techniques établies par le secteur⁹⁰.

Pour le collage des bois, le label KOMO certifie que les colles et les procédés de collage utilisés respectent les normes de qualité nécessaires pour les applications structurelles et non structurelles. Cela inclut la vérification de la durabilité, de la résistance et de la performance des colles dans différentes conditions environnementales.

Les laboratoires et organismes impliqués dans la certification sous le label KOMO doivent être agréés par les autorités néerlandaises.

Deux principaux organismes et laboratoires sont reconnus pour effectuer des essais et délivrer des certifications KOMO pour le collage des bois :

[SKH \(Stichting Keuringsbureau Hout\)](#)⁹¹: SKH est un organisme néerlandais de certification qui délivre des certificats KOMO pour les produits en bois, y compris les colles et les procédés de collage⁹². Il réalise des tests conformes aux normes européennes et nationales.

[TNO \(Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek\)](#)⁹³: TNO est un organisme de recherche appliquée aux Pays-Bas qui effectue également des essais et délivre des certifications pour les matériaux de construction, y compris le bois et les colles.

Ces laboratoires vérifient les colles et les procédés de collage et s'assurent qu'ils répondent aux critères définis par le label KOMO ce qui permet de certifier la qualité et la sécurité des structures construites avec ces matériaux.

Le label KOMO est particulièrement important dans le marché néerlandais, mais il est aussi reconnu à l'international, surtout dans le cadre de projets de construction où les normes néerlandaises sont appliquées (exemple de certificat de qualité Komo en annexe 2 et 3).

⁹⁰. [KOMO® assessment directive for the KOMO® product certificate for finger-jointed timber for non-load bearing applications](#)
[Assessment directive for the KOMO® attestation with product certificate finger jointed timber for load bearing applications](#) (<https://beheer.komo.nl/brl/getfile/3123>)

[KOMO® assessment directive for the KOMO® product certificate for 'adhesives for non-load bearing applications'](#)
(<https://beheer.komo.nl/brl/getfile/2753>)

[Assessment directive for the KOMO® product certificate for optimized timber for non-load bearing applications](#) (<https://www.skh.nl/app/uploads/2023/02/2902-optimized-timber-for-non-load-bearing-applications-dd-2014-05-07.pdf>)

[Modification sheet AD 2902 Optimised timber for non-load bearing applications -29-10-2019](#) (<https://beheer.komo.nl/brl/getfile/3070>)

⁹¹. <https://www.skh.nl/contact/>

⁹². [Approved timber species to be used in wooden façade elements \(window frames, windows and doors\)](#)
[Certified adhesives for non-load bearing applications \(ad 2339\) and joints \(ad 0819\)](#)

⁹³. <https://www.tno.nl/en/about-tno/organisation/>

10.5. AUTRES NORMALISATIONS DE RÉFÉRENCE EN EUROPE ET HORS EUROPE



- * En Allemagne, les certifications françaises et néerlandaises ne sont pas appliquées mais les deux normes européennes, sur lesquelles s'appuie aussi la marque CTB LCA, constituent la référence : NF EN 13307-1 (fév. 2007) et XP CEN/TS 13307-2 (janv. 2010)⁹⁴.
- * En Espagne, au delà des normes européennes, la normalisation américaine (ci-dessous) est souvent utilisée en référence.
- * Aux Etats-Unis, les principales normes relatives au collage du bois sont élaborées par le [American Lumber Standard Committee \(ALSC\)](#)⁹⁵ et l'[APA – The Engineered Wood Association \(APA\)](#)^{96 97} et reconnues par le American National Standards Institute (ANSI).
- * Au Japon, le système Japanese Agricultural Standard (JAS) définit des normes pour neuf produits-bois dont deux pour le collage de bois massifs : Glued Laminated Timber (Glulam) et Cross Laminated Timber (CLT). Ces normes doivent être révisées au minimum tous les 5 ans. Des [listes d'adhésifs homologués](#)¹⁰³ sont établies par type de produits collés.

Les normes [ANSI A190.1-2022 Product Standard for Structural Glued Laminated Timber](#)⁹⁸, [ASTM D2559 Standard Specifi-](#)

[cation for Adhesives for Bonded Structural Wood Products for Use Under Exterior Exposure Conditions](#)⁹⁹, le [ALSC Glued Lumber Policy](#)¹⁰⁰ appliqué pour une large gamme de produits bois collés, et les documents [ANSI 405-2018 American National Standard - Standard for Adhesives for Use in Structural Glued Laminated Timber](#)¹⁰¹ et [Adhesives Awareness Guide](#) ([American Wood Council](#)¹⁰²) sont parmi les principaux textes et normes de référence.

⁹⁴. AFNOR, 2007. NF EN 13307-1 Ebauches et profilés semi-finis en bois pour usages non structurels – Partie 1. Exigences. Février 2007, 14 p.
AFNOR, 2010. XP CEN/TS 13307-2 Ebauches et profilés semi-finis en bois lamellés-collés et assemblés par entures multiples pour usages non structurels – Partie 2. Contrôle de production. Janvier 2010, 25 p.

⁹⁵. <https://alsc.org/>

⁹⁶. <https://www.apawood.org/>

⁹⁷. Fiche de renseignement en français sur l'APA : <https://www.apawood.org/Data/Sites/1/documents/about-apa/fiche-de-renseignements-d-apa.pdf>

⁹⁸. <https://www.apawood.org/ansi-a190-1>

⁹⁹. <https://store.astm.org/d2559-12ar18.html>

¹⁰⁰. <https://alsc.org/uploaded/20241101%20ALSC%20Glued%20Lumber%20Policy.pdf>

¹⁰¹. <https://www.apawood.org/data/Sites/1/documents/standards/ansi405/ansi-405-2018.pdf>

¹⁰². <https://awc.org/wp-content/uploads/2022/01/allguides.pdf>

¹⁰³. <http://www.famic.go.jp/english/jas/#adhesive>

PERSPECTIVES

Depuis le milieu des années 90, l'amélioration constante des performances des adhésifs proposés sur le marché a permis de repousser les limites techniques du collage des bois massifs.

Malgré certaines réticences initiales, réticences légitimes face à ces nouveaux produits-bois dont l'utilisation a pu nécessiter une adaptation des lignes de production, les entreprises de transformation du bois, notamment les entreprises de menuiserie industrielle, ont fini par adopter de façon inconditionnelle les bois massifs reconstitués par collage et à les préférer aux bois massifs du fait de leurs meilleures performances.

Les bois massifs reconstitués par collage sont effectivement des produits dont les caractéristiques répondent aux besoins des marchés et des utilisateurs :

- * Produits plus stables que les bois massifs.
- * Produits de grande longueur et/ou largeur (carrelets, poutres, panneaux) utilisés comme une matière première de base par les entreprises de seconde transformation.
- * Possibilités de jouer sur l'esthétique des bois en associant des essences de couleur et de figuration différentes.
- * Avantages liés à la standardisation des produits : logistique facilitée, gestion des stocks, gestion des ressources humaines, traçabilité...

L'association des techniques de reconstitution des bois massifs par collage et de ther-

mo-traitement¹⁰⁴ devrait permettre d'obtenir des produits à stabilité améliorée (effet additionnel des deux techniques sur la stabilité) et à durabilité élevée vis-à-vis des champignons lignivores (effet du thermo-traitement).

Les panneaux bois lamellés-croisés (CLT¹⁰⁵) aujourd'hui disponibles sur le marché sont essentiellement fabriqués en résineux. Ces panneaux commencent à être proposés en chêne. Dans l'avenir, des CLT pourront être produits en feuillus tropicaux, avec, comme pour les carrelets multiplis, la possibilité d'associer plusieurs essences au sein d'un même panneau, perspective particulièrement intéressante pour favoriser l'utilisation des LKTS.

Ce panachage peut présenter un avantage économique, voire esthétique, lorsqu'on différencie le parement visible des plis intérieurs, non visibles.

La fabrication de CLT en bois tropicaux (de forêt naturelle) devra être axée sur des produits apparents pour lesquels la fonction esthétique des bois sera mise en valeur, et non sur des produits de masse pour la construction.

L'amélioration des performances des adhésifs proposés sur le marché est aussi à l'origine du développement de nouveaux produits mixtes bois - autres matériaux, bois-aluminium pour les menuiseries extérieures, mais aussi bois-verre ou bois-pierre pour des produits de haut de gamme à forte valeur ajoutée grâce aux fonctions techniques et esthétiques du bois.

¹⁰⁴. <https://www.houtinfo Bois.be/wp-content/uploads/deel2/fr/2869%20-%20Le%20traitement%20thermique%20du%20bois.pdf>

¹⁰⁵. Cross Laminated Timber



Prototype de panneau lamellé-collé multi-essences tropicales - fabrication CIRAD
© Jean Gérard (CIRAD)



Porte cristal Bubinga Ravier® (assemblage bois massif et verre acrylique) - Ravier SARL, Domblans (France)
© Ravier SARL



Vasque cristal Bubinga Ravier® (assemblage bois massif et verre acrylique) - Ravier SARL, Domblans (France)
© Ravier SARL



Escalier intérieur lamellé-collé en Jarrah - Les Bois du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie)
Jean Gérard (CIRAD)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anquetil F., 2025. Coût marginal et rendement matière. 3 p.

Anquetil F., 2025. Le rendement matière en scierie - Impact des contrats commerciaux. 3 p.

Anquetil F., 2025. Le rendement matière en scierie - Les coproduits. 4p.

Anquetil F., 2025. Le rendement matière en scierie - Les process économes. 4 p.

Carouge O., Gérard J., 2015. Collage des bois. In : Mille Gilles (ed.), Louppe Dominique (ed.). Mémento du forestier tropical. Versailles : Ed. Quae, p 958-967
<http://www.quae.com/fr/r4730-memento-du-forestier-tropical.html>

FCBA, 2015. Fiches Produits Ouvrage Bois (P.O.B.) Colles et adhésifs.
FCBA Institut Technologique, 2 p.
<https://catalogue-bois-construction.fr/wp-content/uploads/2017/05/4109-colle-adh%C3%A9sifs.pdf>

FCBA, IRABOIS, 2015a. Fiches Produits Ouvrages Bois (P.O.B.) - BOIS MASSIFS RECONSTITUES (BMR). 3p. <https://catalogue-bois-construction.fr/wp-content/uploads/2017/05/1105-bois-massifs-reconstitu%C3%A9s-BMR.pdf>

FCBA, IRABOIS, 2015b. Fiches Produits Ouvrages Bois (P.O.B.) - BOIS LAMELLÉS-COLLÉS (BLC). 3p. <https://catalogue-bois-construction.fr/wp-content/uploads/2017/05/1104-bois-lame%C3%A9s-coll%C3%A9s.pdf>

Fédération Nationale du Bois, 2018. Fiche Produit BOIS LAMELLÉ-COLLÉ
https://preferezlesboisdefrance.fr/wp-content/uploads/2018/06/Fiches-Produit-8-BLC_8-pages.pdf

FNB, 2016. Fiche Produit Carrelets lamellés collés. 4 p.
https://franceboisforet.com/wp-content/uploads/2014/06/Fiches-Produit-9-Carrelets_4-pages.pdf

Fredon E., 2024. Adhésifs pour le collage du bois. Cours ENSTIB.

Frihart C.R., Hunt C.G., 2021. Wood adhesives – Bond Formation and Performance. Wood Handbook - Wood as an Engineering Material – Chapter 10, 26 p.
https://www.fpl.fs.usda.gov/documnts/fplgtr/fplgtr190/chapter_10.pdf

Gérard J., 1999 : Les spécificités du collage des bois tropicaux : valorisation des essences secondaires et collage multi-essence. Annales GC Bois, numéro spécial "Collage structural", p 15-29. <https://agritrop.cirad.fr/263849/>

Gérard J., Cuveillier P., 2025. Guide de performances & d'exigences fonctionnelles des ouvrages en bois tropicaux africains. ATIBT, CIRAD, LCB, Fair&Precious, 82 p. https://www.atibt.org/files/upload/technical-publications/guide_de_performance_des_ouvrages_africains/ATIBT-GUIDE-DE-PERFORMANCE-DES-OUVRAGES-EN-BOIS-V6.pdf

Groutel, 2023. Bois collés : une opportunité pour les bois tropicaux gérés de façon soutenable. Note technique.

<https://drive.google.com/file/d/1T1CbzbSALkHx5qxdglzMXJ2n7-g6fkOo/view?usp=sharing>

Guiscafre J., Sales C., 1977. Possibilités de collage en mélange de plusieurs espèces africaines de bois rouges, Bois et Forêt des Tropiques n°175, sept-oct. 1977, pp. 15-34.

<https://revues.cirad.fr/index.php/BFT/article/view/19306>

Kupferle F., 2023. Matériaux et composants bois pour l'ingénierie. Module de formation e-learning. LCB-idh-STTC-Wale.

<https://drive.google.com/file/d/1xgwtTkx2qKLkOpkKN-f9f3RuE9hUlqq/view?usp=sharing>

Martin P., Groutel E., 2021. Fiche technique n°6 - Les niveaux de transformation du bois (édition révisée 2021). ATIBT, 3 p. https://www.atibt.org/files/upload/technical-publications/publications-bois-tropical/6-LES-NIVEAUX-DE-TRANSFORMATION-DU-BOIS_revisee_2021.pdf

Martin P., Groutel E., 2023. Guide d'utilisation locale des bois d'Afrique centrale. ATIBT – RIFFEAC, 116 p.

<https://www.atibt.org/files/upload/technical-publications/ATIBT-GUIDE-TOME-2-FSC.pdf>

Martin P., Vernay M., 2016. Guide d'utilisation des bois africains éco-certifiés en Europe. Tome 1, ATIBT, 100 p. <https://www.atibt.org/files/upload/technical-publications/ATIBT-GUIDE-BOIS-AFRICAINS-NUM-V2.pdf>

Pizzi A., Mittal K.L., 2010. Wood adhesives. Leiden – Boston, Taylor & Francis Group, 462 p.

<https://doi.org/10.1201/b12180>

Überwachungsgemeinschaft KVH e.V., 2020. Bois massif de construction (KVH®) et bois massif reconstitué (Duobalken®, Triobalken®), 36 p. https://www.kvh.eu/fileadmin/downloads/new/international/KVH_KVH-Duo-Triobalken_2020-03_F_print_200506.pdf

NORMES ET FASCICULES DOCUMENTAIRES MENTIONNÉS

AFNOR, 2001. NF EN 13017-2. Bois panneautés - Classification selon l'aspect des faces - Partie 2 bois feuillus. Mai 2001, 13p.

AFNOR, 2001. NF EN 13017-2. Bois panneautés - Classification selon l'aspect des faces - Partie 2 bois feuillus. Mai 2001, 13p.

AFNOR, 2002. NF EN 12092 Adhésifs - Détermination de la viscosité. Août 2002, 16 p.

AFNOR, 2003. NF EN 542 Adhésifs - Détermination de la masse volumique. Novembre 2003, 11 p.

AFNOR, 2006. NF EN 827 Adhésifs - Détermination de l'extrait sec conventionnel et de l'extrait sec à masse constante. Mars 2006, 11 p.

AFNOR, 2007. NF EN 13307-1 Ebauches et profilés semi-finis en bois pour usages non structurels - Partie 1. Exigences. Février 2007, 14 p.

AFNOR, 2007. NF EN 13307-1 Ebauches et profilés semi-finis en bois pour usages non structurels - Partie 1. Exigences. Février 2007, 14 p.

AFNOR, 2010. XP CEN.TS 13307-2 Ébauches et profilés semi-finis en bois lamellés-collés et assemblés par entures multiples pour usages non structurels - Partie 2. Contrôle de production. Janvier 2010, 25 p.

AFNOR, 2010. XP CEN.TS 13307-2 Ébauches et profilés semi-finis en bois lamellés-collés et assemblés par entures multiples pour usages non structurels - Partie 2. Contrôle de production. Janvier 2010, 25 p.

AFNOR, 2011. NF EN 1245 Adhésifs - Détermination du pH. Juin 2011, 11 p.

AFNOR, 2013. NF EN 14080 Structures en bois - Bois lamellé collé et bois massif reconstitué - Exigences. Août 2013, 112 p.

AFNOR, 2013. NF EN 14080 Structures en bois - Bois lamellé collé et bois massif reconstitué - Exigences. Août 2013, 112 p.

AFNOR, 2014. NF EN 15497 Bois massif de structure à entures multiples - Exigences de performances et exigences minimales de fabrication. Juin 2014, 63 p.

AFNOR, 2014. NF EN 1995-1-1 COMPIL 2 Eurocode 5 - Conception et calcul des structures en bois - Partie 1-1 : généralités - Règles communes et règles pour les bâtiments - Texte compilé de la norme NF EN 1995-1-1 de novembre 2005, de son amendement A1 d'octobre 2008 et de son amendement A2. Juillet 2014, 122 p.

AFNOR, 2014. NF P23-305 Menuiseries en bois - Spécifications techniques des fenêtres, portes-fenêtres, portes extérieures et ensembles menuisés en bois. Décembre 2014, 119 p.

AFNOR, 2016. NF EN 12765 Classification des colles thermodurcissables pour bois à usages non structuraux. Octobre 2016, 14 p.

AFNOR, 2016. NF EN 204 Classification des colles thermoplastiques pour bois à usages non structuraux. Octobre 2016, 14 p.

AFNOR, 2017. NF P23-305/A1 Menuiseries en bois - Spécifications techniques des fenêtres, portes-fenêtres, portes extérieures et ensembles menuisés en bois. Juin 2017, 20 p.

AFNOR, 2019. NF EN 14081-1+A1. Structure en bois - Bois de structure à section rectangulaire classé pour sa résistance - Partie 1 - Exigences générales. Août 2019, 46 p.

AFNOR, 2021. NF EN 16351. Structures en bois - Bois lamellé croisé - Exigences. Mars 2021, 111 p.

AFNOR, 2022. NF EN 13353 Bois panneaux (SWP) — Exigences, juillet 2022, 22 p.

AFNOR, 2023. NF EN 15425 Adhésifs - Adhésifs polyuréthane monocomposants (PUR) pour structures portantes en bois - Classification et exigences de performance. Février 2023, 30 p.

AFNOR, 2023. NF EN 16254 Adhésifs - Isocyanate de polymère en émulsion (EPI) pour structures portantes en bois - Classification et exigences de performance, Février 2023, 27 p.

AFNOR, 2023. NF EN 301 Adhésifs de nature phénolique et aminoplaste, pour structures portantes en bois - Classification et exigences de performance. Février 2023, 23 p.

AFNOR, 2023. NF EN 302-1 Adhésifs pour structures portantes en bois - Méthodes d'essais - Partie 1 : détermination de la résistance au cisaillement en traction longitudinale. Février 2023, 18 p.

AFNOR, 2023. NF EN 302-2 Adhésifs pour structures portantes en bois - Méthodes d'essai - Partie 2 : détermination de la résistance à la délamination. Février 2023, 23 p.

PRINCIPALES RÉFÉRENCES WEBOGRAPHIQUES UTILISÉES

Appui au secteur privé forestier et à la filière du bois au Cameroun pour le pacte vert (ASP Cameroun PV) : <https://www.atibt.org/fr/p/255/asp-pacte-vert-cameroun>

Bois thermo-traités : <https://www.houtinfobois.be/wp-content/uploads/deel2/fr/2869%20-%20Le%20traitement%20thermique%20du%20bois.pdf>

Bois.com:

<https://www.bois.com/bois/materiaux/transformes/le-clt-cross-laminated-timber-ou-bois-lamelle-croise?fbclid>

Certification Acerbois : <https://www.fcba.fr/certifications/acerbois-glulam-bmr/>

Eurocodes : https://www.calculs-eurocodes.com/eurocode_5

Glulam - *Note Plusieurs siècles d'innovation* :

<https://www.glulam.org/bois-lamelle/plusieurs-siecles-dinnovation/>

Komo : <https://www.komo.nl/over-komo/english/>

Liste des fabricants de carrelats lamellés collés aboutés bénéficiant de la Marque de Qualité CTB Lamellés Collés Aboutés : <https://www.fcba.fr/certifications/ctb-lca/>

Probos : <https://www.probos.nl/en/>

Référentiel de certification CTB LCA :

https://www.fcba.fr/wp-content/uploads/2023/02/ref_ctb504.pdf

Référentiel des certifications Acerbois GLULAM et Acerbois BMR :

<https://www.fcba.fr/wp-content/uploads/2024/06/R%C3%A9f%C3%A9rentiel-RF-006-ACERBOIS-GL-BMR-version-9.pdf>

Statistiques FAO : <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/FO>

ANNEXE 1. EXEMPLE DE CERTIFICAT DE QUALITÉ LCB-LCA



CERTIFIÉ PAR FCBA

**LAMELLÉS
COLLÉS ABOUTÉS**

CERTIFICAT DE QUALITÉ

Société :



Titulaire N° :

227

Essence (s) :

ACAJOU (khaya spp.) / BOSSÉ (guaréa spp.) / DOUSSIÉ (afzelia spp.) / LIMBALI (Gilbertiodendron spp.) / MAKORÉ (thieghemella spp.) / NIANGON (heritiera utilis) / SAPELLI (entandrophragma cylindricum) / TIAMA (entandrophragma congoense) / IROKO (milicia excelsa et regia) / MOVINGUI (distemonanthus benthamianus) / CEDRO (cedrela odorata et fissilis) / KOTIBÉ (nesogordonia spp.)

Destination selon XP CEN/TS 13307-2 : Classe de service 3*

Caractéristiques certifiées selon XP CEN/TS 13307-2 (voir détail au verso) :

- Colle adaptée à la classe de service : classement D4/C4
- Conditions et tolérances de fabrication
- Qualité de la lamellation et/ ou de l'aboutage et/ ou du placage

Aboutage	Lamellé
section maximum aboutage : 24 x 145 mm visible sur la face	section maximum lamelle : 24 x 145 DD, DKD, KKK 2 plis et plus
Marquage du carrelot :	

Seuls les produits portant le marquage peuvent se prévaloir du présent certificat



* Emploi en menuiserie extérieure protégée par un revêtement de surface adéquat.



INSTITUT
TECHNOLOGIQUE

Siège Social
10, rue Galilée
77420 Champs-sur-Marne
Tél. +33(0)1 72 84 97 84
www.fcba.fr

La certification CTB LAMELLÉS COLLÉS ABOUTÉS est une condition nécessaire mais pas suffisante pour une aptitude à l'emploi du carrelot selon sa destination. En effet, il faut notamment vérifier que la durabilité de l'essence de bois convient à la classe d'emploi prévue pour l'ouvrage selon FD P 20 651.

FCBA atteste de la conformité du produit décrit ci-dessus, dans les conditions prévues par les règles générales de la marque CTB et du référentiel de la Marque CTB LAMELLÉS COLLÉS ABOUTÉS.

Ces documents dans leur version en vigueur ainsi que la liste des entreprises et produits sous certification sont disponibles sur le site Internet : www.fcba.fr

Ce certificat est fondé sur un contrôle permanent et ne peut préjuger d'évolutions ou de décisions qui seraient prises en cours d'année.

Numéro de certificat : 504/19/2189/6

Annule et remplace N° : /

Date d'émission : 01/01/2023

Valable jusqu'au : 31/01/2025

Nombre de pages : 1 / 2

Le Directeur certification

Alain HOCQUET

ANNEXE 1. EXEMPLE DE CERTIFICAT DE QUALITÉ LCB-LCA



TEXTES APPLICABLES

SPECIFICATIONS :

Colle de qualité conforme à l'annexe A de la norme XP CENTS 13307-2 en fonction de la classe de service et des classes d'emploi.

Conditions de fabrication conformes à l'annexe B de la norme XP CEN/TS 13307-2

Tolérances de fabrication conformes au § 4.2 de la norme NF EN 13307-1

Délamination moyenne après conditionnement en classe de service 3 définie pour une classe d'emploi 3, conforme au § 11.2.1. de la norme XP CENTS 13307-2

Aboutage : résistance mécanique : conforme au § 11.3.1.1. de la norme XP CEN/TS 13307-2 (sauf comparaison au bois massif et flexion humide)

étanchéité conforme au § 11.4. de la norme XP CENTS 13307-2

Placage : conforme au référentiel CTB LAMELLÉS COLLÉS ABOUTÉS

TEXTES NORMATIFS :

TEXTES PRINCIPAUX

XP CEN/TS 13307-2 : janv 2010

Ebauches et profilés semi-finis en bois lamellés collés et assemblés par entures multiples pour usage non structuraux-partie 2 : contrôle de production.

NF EN 13307-1 : fév 2007

Ebauches et profilés semi-finis en bois pour usages non structuraux-partie 1 : exigences.

TEXTES COMPLEMENTAIRES

EN 204 : avril 2002

Classification des colles pour usages non-structuraux pour l'assemblage des bois ou matériaux dérivés du bois.

NF EN 14257 : sept 2006

Adhésifs-Adhésifs pour bois – Détermination de la résistance en traction à température élevée des joints à recouvrement (essai WATT₉₀).

NF EN 12765 : avril 2002

Classification des colles à bois à résine thermodurcissable à usages non-structuraux.

NF EN 408 : nov 2010

Structures en bois – Bois de structure et bois lamellé-collé – Détermination de certaines propriétés physiques et mécaniques.

NF EN 311 : oct 1992

Panneaux de particules – Arrachement de surface des panneaux de particules – Méthodes d'essais.

NF EN 350-2 : avril 1994

Durabilité du bois massif et des matériaux dérivés du bois – Durabilité naturelle du bois massif, Partie 2 : guide de la durabilité naturelle du bois et de l'imprégnabilité d'essences de bois choisies pour leur importance en Europe.

ISO 3131 : nov 1975

Bois – Détermination de la masse volumique en vue d'essais physiques et mécaniques.

NF EN 13556 : déc 2003

Bois ronds et sciés – Nomenclature des bois utilisés en Europe.

ANNEXE 2. EXEMPLE DE CERTIFICAT DE QUALITÉ KOMO POUR DES BOIS ABOUTÉS NON STRUCTURELS



KOMO® product certificate

Semi-manufactured product

SKH
Nieuwe Kanaal 9F, 6709 PA Wageningen, the Netherlands
Postbus 159, 6700 AD Wageningen, the Netherlands
Telephone: +31 (0) 317 45 34 25
E-mail: mail@skh.nl
Website: <http://www.skh.nl>

FINGER JOINTED TIMBER FOR NON-LOAD BEARING APPLICATIONS

Number: 33417/22
Issued: 01-10-2022
Supersedes: 33417/22 (07-09-2022)

Producer	Factory
Interholco AG Neuhofstrasse 25 CH-6340 BAAR SWITZERLAND Tel. +41 41 767 03 03 E-mail: info@interholco.com Website: http://www.interholco.ch	Industrie Forestière de Ouesso Ngombé, B.P. 135, Quesso REPUBLIQUE DU CONGO

Declaration of SKH

This product certificate is based upon BRL 1704-02 'Finger jointed timber for non-load bearing applications' dd. 29-08-2012, issued by SKH, in conformity with the SKH Regulations for Certification.

SKH declares that:

- there is a legitimate confidence that the finger jointed timber for non-load bearing applications manufactured by the producer continuously complies with the technical specifications laid down in this product certificate, provided that the finger jointed timber for non-load bearing applications have been marked with the KOMO®-mark in a way as indicated in this product certificate.

For SKH

drs. H.J.O. van Doorn, director

The certificate is also included in the overview on the website of the KOMO foundation: www.komo.nl.

Users of this product certificate are advised to verify whether this certificate is still valid; consult the SKH-website: www.skh.nl.

This product certificate consists of 2 pages.

The Dutch version shall be consulted in case of doubt.



The following has
been assessed:
quality system;
Periodic control

ANNEXE 2. EXEMPLE DE CERTIFICAT DE QUALITÉ KOMO POUR DES BOIS ABOUTÉS NON STRUCTURELS

KOMO® product certificate

Page 2 of 2
Number: 33417/22
Issued: 01.10.2022

FINGER JOINTED TIMBER FOR NON-LOAD BEARING APPLICATIONS

1 TECHNICAL SPECIFICATION

1.1 Subject

The finger jointed timber for non-load bearing applications manufactured by the producer complies with BRL 1704-02 'Finger jointed timber for non-load bearing applications'.

Explanation:

The durability of the finger joint is laid down in this version of the BRL (National Assessment Directive).

The durability of the finger joint complies with the requirements mentioned in section 4.2.5 concerning class BGVt or section 4.3.5 concerning class B of the BRL 1704-02 with regard to:

- ageing (class BGVt);
- bending strength after boiling cycle (class BGVt);
- bending strength (class B).

1.2 Timber

The following timber species can be used within the framework of this product certificate strength class BGVt:

- Sapeli (*Entandrophragma cylindricum*);
- Kosipo (*Entandrophragma candollei*);
- Bossé (*Guarea cedrata*).

1.3 Marks

The products shall be marked with the KOMO® mark

The execution of this mark is as follows:

- wordmark KOMO® or logo;
- no. 33417;
- class(es);
- production date.



'class BGVt' = to be used for external joinery;

2 SUGGESTIONS FOR THE USER

2.1 On delivery of the finger jointed timber for non-load bearing applications inspect whether:

- the products comply with the contract of sale;
- the mark and the manner of marking are correct;
- the products do not show any visible defects due to transport or similar causes.

If the products are rejected on the basis of the above, the user should contact Interholco AG and if desirable the certification-body SKH.

2.2 Product certificate

It is the duty of the producer to make sure that the buyer receives a copy of the complete product certificate.

2.3 Applications and use

It is essential to take care of the timber in such a way that no damage or deterioration in quality can take place.

2.4 Period of validity

Consult the SKH website <http://www.skh.nl> to verify whether the product certificate is still valid.

ANNEXE 3. EXEMPLE DE CERTIFICAT DE QUALITÉ KOMO POUR DES BOIS LAMELLÉS-COLLÉS NON STRUCTURELS



reliability with added value

P.O. box 159, 6700 AD WAGENINGEN, THE NETHERLANDS
Nieuwe Kanaal 9F, 6709 PA WAGENINGEN, THE NETHERLANDS
Telephone: +31 (0)317 45 34 25
E: mail@skh.nl | W: skh.nl



CERTIFICATE

KOMO® product certificate OPTIMIZED TIMBER FOR NON-LOAD BEARING APPLICATIONS

Number: 33418/22
Issued: 01-10-2022
Supersedes: 33418/22 (13-09-2022)

Producer
Interholco AG
Neuhofstrasse 36
CH-6340 BAAR
SWITZERLAND
Tel. +41 41 767 03 03
E-mail: info@interholco.com
Website: <http://www.interholco.ch>

Factory at
Industrie Forestière de Ouesso
Ngombé, B.P. 135, Ouesso
REPUBLIQUE DU CONGO

Declaration of SKH

This product certificate is based upon AD 2902 'Optimized timber for non-load bearing applications', dd. 07-05-2014 including amendment sheet dd. 29-10-2019, issued by SKH, in conformity with the SKH Regulations for Certification.

The quality system and product characteristics associated with the optimized timber for non-load bearing applications are checked periodically.

Based on this, SKH declares that:

- There is legitimate confidence that, upon delivery, the optimized timber for non-load bearing applications manufactured by the producer comply with:
 - the technical specifications recorded in this product certificate;
 - the product requirements recorded in this product certificate and in the AD.
- Provided the optimized timber for non-load bearing applications are marked with the KOMO® logo as indicated in this product certificate.

For SKH

drs. H.J.O. van Doorn, director

Furthermore, this product certificate is included in the overview on the website of the KOMO foundation: www.komo.nl and www.komo-online.nl.

Users of this product certificate are advised to verify whether this certificate is still valid; consult the SKH-website: www.skh.nl.

This product certificate consists of 2 pages.



The following has been assessed:

- quality system
- product
- Periodic control

ANNEXE 3. EXEMPLE DE CERTIFICAT DE QUALITÉ KOMO POUR DES BOIS LAMELLÉS-COLLÉS NON STRUCTURELS

KOMO® product certificate

OPTIMIZED TIMBER FOR NON-LOAD BEARING APPLICATIONS

Page 2 of 2
Number: 33418/22
Issued: 01-10-2022

1 PRODUCT SPECIFICATION

1.1 Technical specification

This product certificate concerns the optimized timber for non-load bearing applications produced by the producer and to the associated product characteristics.

1.2 Within the scope of this product certificate the following timber species can be used:

- Kosipo (Entandrophragma candollei);
- Bossé (Guarea cedrata).

The optimized timber can be used in frames, windows and doors. The adhesive areas in the optimized timber for non-load bearing applications for frames may only be applied parallel to the glass surface. The glued surfaces in the optimized timber for non-load bearing applications for windows and exterior doors may be used both parallel to the glass surface and perpendicular to it.

2 Marking

Each piece shall be marked with the KOMO®-mark

The execution of this mark is as follows:

- wordmark KOMO® or logo;
- no. 33418;
- production date.
- 'strength class BGV' = to be used for external joinery;
- KR'D: for optimised wood suitable for window frames, windows and doors
- RD: for optimised wood suitable for windows and doors



3 PRODUCT CHARACTERISTICS

The optimized timber for non-bearing applications meets the product requirements laid down in AD 2902 'Optimized timber for non-bearing applications'.

2 SUGGESTIONS FOR THE USER

2.1 On delivery of the optimized timber for non-load bearing applications inspect whether:

- the products comply with the contract of sale;
- the mark and the manner of marking is correct;
- the products do not show any visible defects due to transport or similar causes.

If the products are rejected on the basis of the above, contact shall be made with: Interholco AG and if desirable the certification-body SKH.

2.2 Product certificate

It is the duty of the producer to make sure that the buyer receives a copy of the complete product certificate.

2.3 Transport and storage

The transport must take place in such a way that no damage or permanent shape changes can occur. When storing the optimized timber for non-load bearing applications, it is necessary that between delivery and processing it is controlled in such a way that the properties given are retained. During transport and storage, the weather conditions must not adversely affect the optimized timber for non-load bearing applications.

2.4 Period of validity

Consult the SKH-website: www.skh.nl to verify whether the product certificate is still valid.



Copying Prohibited

ISBN

979-10-94410-60-8

ATIBT

Campus du Jardin d'Agronomie Tropicale de Paris
45 bis, avenue de la Belle Gabrielle
94736 Nogent-sur-Marne CEDEX - France



Décembre 2025

Ce guide a été élaboré par Jean Gérard (CIRAD) et Emmanuel Groutel (WALE), avec l'assistance de l'ATIBT, dans le cadre du projet ASP Cameroun, et a été réalisé avec le soutien financier de l'Union européenne. Son contenu relève de la seule responsabilité de ses auteurs et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant la position de l'Union européenne.