








Optimisation du Douglas dans les emplois structurels

Maxime Chautard / Monnet-Sève Sougy
Vincent Marlin / PiveteauBois

Un usage structurel?

- Usage structurel : toute utilisation qui fait appel aux caractéristiques mécaniques du matériau.
- Le Douglas couvre un très large spectre de produits à usage structurel



Produits		BB	BRS	BMA	BLC	BMR	LVL	CLT
Technologie								
Usages		Sciage / Séchage	Séchage / Rabotage	Aboutage	Aboutage / Collage		Déroulage / Collage	Aboutage / Collage
		Charpente	Charpente, Plancher, MOB	Charpente , Plancher , MOB	Poutres, Portiques, Fermes, Arcs, Système 3D, Console	Solivage, Charpente, Poteau/poutre	Poutres, portiques, fermes, arcs, plancher, murs, toitures	Plancher , Murs, toitures
Ouvrages	Bâtiments agricoles	●	●	●	●			
	Locaux industriels et de stockage	●	●	●	●	●	●	●
	Equipement des collectivités	●	●	●	●	●	●	●
	Equipements extérieurs	●	●	●	●			
	Logement		●	●	●	●	●	●
	Bureaux		●	●	●	●	●	●
	ERP		●	●	●	●	●	●
	Ouvrages d'exception				●		●	●
Potentiel développement du Douglas		+	+	+	+++	++	?	++

Développement du Douglas

- Caractériser l'essence et ses propriétés mécaniques pour bien les valoriser
Rechercher les optimisations possibles
- Répondre à l'attente des utilisateurs :
Industriels, Constructeurs, Fabricants et Usagers

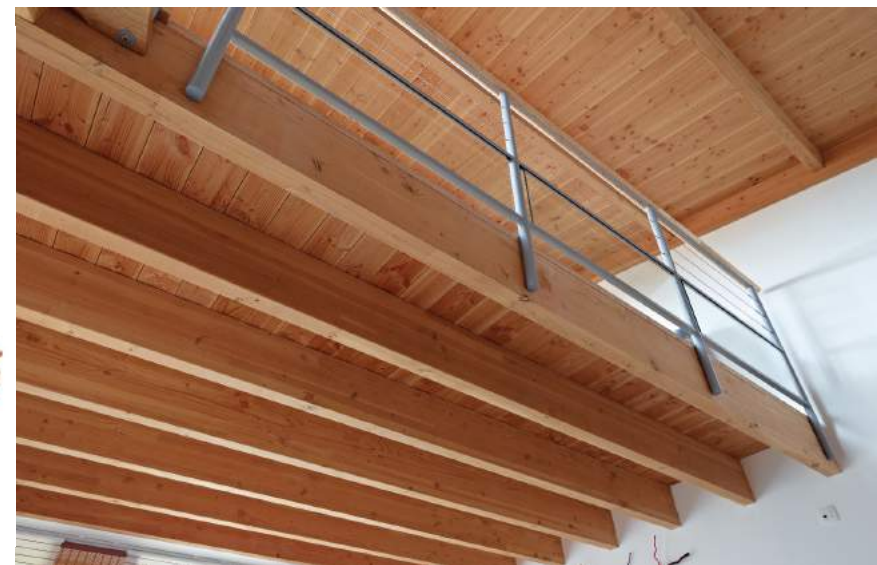


Genèse des études

- Un rapprochement dès 2015 entre utilisateurs et producteurs suite à une alerte sur la baisse de qualité des approvisionnements
 - Syndicat National des Bois lamellés
 - Scieurs membres de France Douglas
- Une volonté commune : développer l'usage du Douglas dans le lamellé collé
- Identification de 2 pistes de travail
 - Améliorer la fiabilité du classement mécanique des bois par méthode visuelle
 - Agir sur la NF EN 14080 (norme de fabrication du Lamellé collé) pour faciliter les approvisionnements

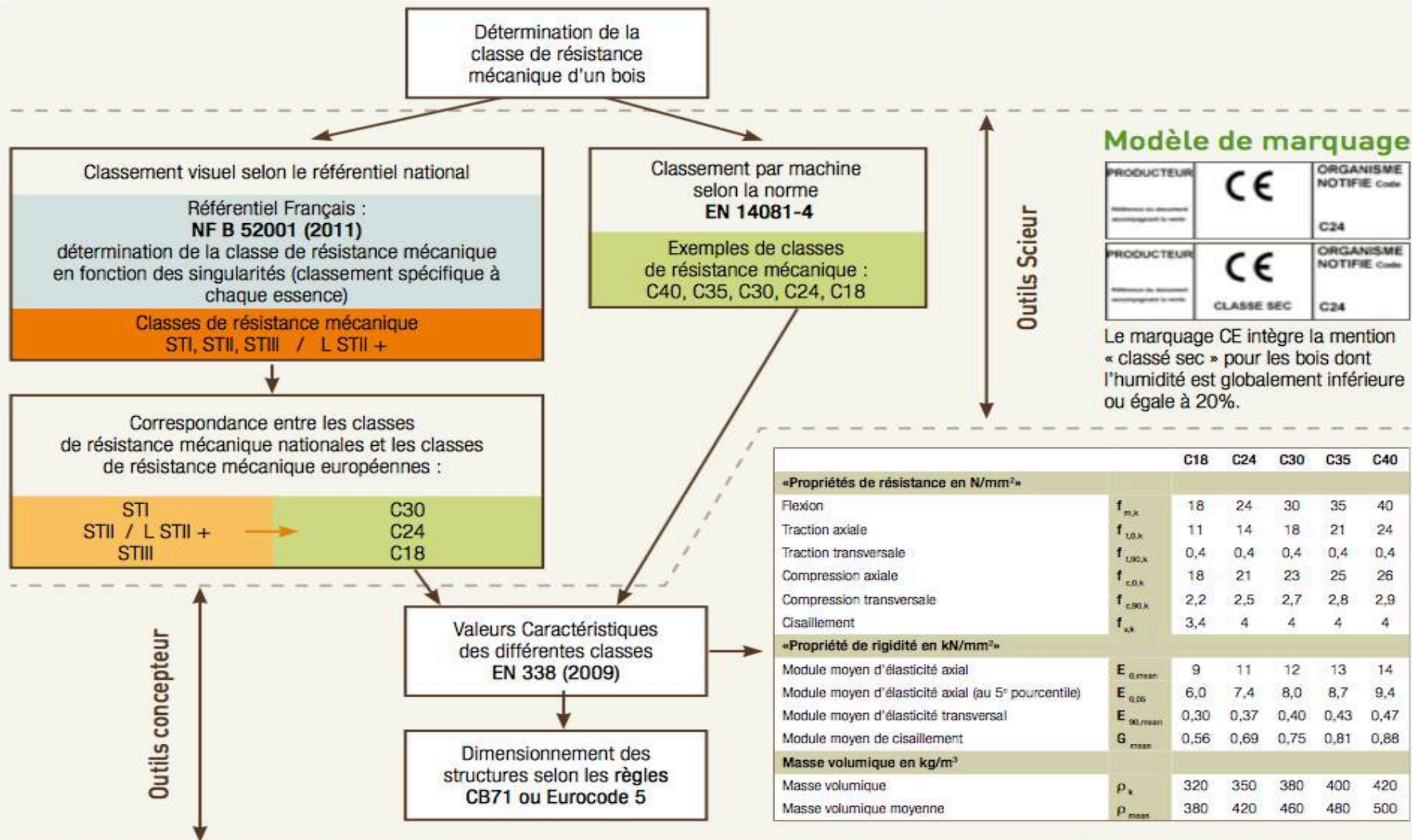


Classement selon leur résistance des sciages Douglas destinés au bois lamelle collé





Processus de détermination de la classe de résistance mécanique des résineux



Douglas et NF B 52001

- Définition des critères de classement à l'aide d'une base de données regroupant différentes campagnes d'essais mécaniques
- Etudes :
 - Début des années 80' - 1er tests conduits par CTBA
 - 1985 Etude Nepveu/Blachon, comparaison du modulé d'élasticité des principaux résineux français (partenariat Inra Nancy/CTBA)
 - 2001-2003 Etude Mokuzai
 - 2003-2004 Etude de caractérisation de fortes sections
 - 2003-2004 Programme d'homologation de machines de classement à l'initiative de l'APIB et de PFBMAC (Pôle Forêt Bois Massif Central)
 - 2006 Caractérisation des propriétés mécaniques du douglas européen par *the West Coast Lumber Inspection Bureau* (WCLIB)
 - 2009-2011 Homologation de nouvelles machines de classement mécanique



	NF-B 52-001-1/A1 (2013)	NF-B 52-001-2 (2011)
Classes	ST-II (éq. C24)	L ST II+ (éq. C24)
Critères		
Largeur des cernes d'accroissement (mm)	$\leq 6 \text{ mm}$	$\leq 8 \text{ mm}$
Section	$\leq 18000 \text{ mm}^2$	$\leq 10000 \text{ mm}^2$
Diamètre des nœuds - sur la face	$\varnothing \leq 50 \text{ mm}$ et $\varnothing \leq 1/2 \text{ de } l$	$\varnothing \leq 45 \text{ mm}$ et $\varnothing \leq 1/2 \text{ de } l$
- sur la rive	$\varnothing \leq 40 \text{ mm}$ et $\varnothing \leq 2/3 \text{ de } l$	$\varnothing \leq 30 \text{ mm}$
Fentes - Traversantes - Non traversantes	- longueur $\leq 2 \times$ la largeur de la pièce - longueur $\leq 1/2$ de la longueur de la pièce	- Non admises - longueur $\leq 1/2$ de la longueur de la pièce
Grosse poche de résine	admise	Admise si $< 40 \text{ mm}$
Entre-écorce	Non admise	Non admise
Pente de fil (en fraction) - Locale - générale	1:4 1:6	1:10 1:14
Flaches - Longueur - largeur	$< 1/3$ de la longueur de la pièce et $< 100 \text{ cm}$ $< 1/3$ de l'épaisseur de la rive	Non admise
Altérations biologiques - Bleu - traces de gui - piqûres noires - échauffure	Admis Admises Admises si elles apparaissent sur une seule face Non admise	Exclus Non admises Admises si elles apparaissent sur une seule face Non admise
Déformation maximale en mm pour une longueur de 2m : - flèche de face (mm) - flèche de rive (mm) - Gauchissement	< 10 < 8 1mm/25mm de large	< 10 < 8 1mm/25mm de large

Pertinence du référentiel

- Variabilité des performances réelles des lots triés après tri visuel
- Critères de tri basés sur singularités visibles notamment la nodosité
- Conservation dans la base de données de campagnes anciennes
 - Evolution du massif depuis 35 ans
 - Impact des bois juvéniles
 - Questionnement sur la représentativité de la base de données



Appui technique FCBA

- Deux journées en entreprise les 18 et 19 juillet 2017
 - PiveteauBois
 - Cosylva
- Journée en 2 temps:
 - Visualisation des approvisionnements et sciages entrant dans production des bois lamellés collés
 - Travail sur la base de données et recherche d'optimisation pour amélioration règles de tri
 - Augmenter la proportion de bois C24 (STII, LSTII)

Approvisionnement et sciages

- Visite du Parc à grumes, scierie et unité de fabrication de lamellé collé
 - Cahier des charges dédié aux billons entrant dans la production avec tri sur coupe et au PAG
 - Critère sur conicité et courbure
 - Diamètre moyen des bois 40/45cm
 - Petits diamètres orientés vers autres produits
 - Cerne moyen de 6 à 8mm



Travail sur base de données

- Epuration de la base de données en excluant les données des lots non représentatifs de l'usage BLC :
 - 2 coupes non conformes
 - Col des Cassettes - Etude MOKUZAI
 - Saint Armand de Jartoudeix - Etude APIB
 - Planches issues de coupes d'arbres de moins de 40 ans
 - Les planches de section 33x90mm (non utilisées, petits diamètres)
 - Planches issues de hauteur de prélèvement dans arbre (H)
 - $H > 20\text{m}$ PiveteauBois
 - $H > 8\text{m}$ Cosylva

Résultats

Tableau 1 : Critères visuels simplifiés pour les sections de pièces inférieures à 18 000 mm²

Classes	Essence	Acc (mm)	Face (mm)	Face (%)	Rive (mm)	Rive (%)
ST-I	Douglas	6	30	25	40	67
ST-II	Douglas	6	60	67	40	75
ST-III	Douglas	8	100	75	40	75

Tableau 2 : Résultats de la simulation du classement mécanique suivant les critères du tableau 1 (base de données FCBA « réduite »)

Classes	Fractile 5% MOR (MPa)	MOE moyen (GPa)	Fractile 5% MV (kg/m ³)	Effectifs	Rendements (%)	Classe mécanique
ST-I	34,1	17,03	437	227	16,2	C30
ST-II	24,8	15,52	426	473	33,8	C24
ST-III	18,2	13,51	402	416	29,7	C18
Rejet	15,6	12,50	405	284	20,3	
			Total	1400	100	

- Permet de confirmer les seuils mécaniques des différentes classes

Résultats

Tableau 3 : Critères visuels simplifiés pour les toutes les sections de pièces

Classes	Essence	Acc. (mm)	Face (mm)	Face (%)	Rive (mm)	Rive (%)
LST-II	Douglas	12	60	0,5	40	100

Tableau 4 : Résultats de la simulation du classement mécanique suivant les critères du tableau 3 (base de données FCBA « réduite »)

Classes	Fractile 5% MOR (MPa)	MOE moyen (GPa)	Fractile 5% MV (kg/m ³)	Effectifs	Rendements (%)	Classe mécanique
ST-II	19,7	14,338	405	637	58,2	C18
Rejet	15,8	11,885	398	458	41,8	
			Total	1095	100	

- Travail sur la largeur de cerne et la taille des nœuds
 - Ne permet pas de valider les critères C24 sur la rupture (24 Mpa)

Perspectives et pistes de réflexion

- Les journées ont démontré qu'une amélioration des critères de tri est possible

Quelles suites à donner?

- Créer une nouvelle base de données Douglas
 - Sélection de grumes correspondant au cahier des charges des lamellistes
 - Faire campagne d'essais sur ces lots
 - Déterminer un classement visuel optimisé
 - Optimiser classe STII ou LST II (équivalent C24)
 - Optimiser classe STI (équivalent C30)
 - Trouver un critère visuel pertinent pour discriminer les planches présentant forte proportion de bois juvénile
 - Trouver un critère visuel pertinent pour le Douglas

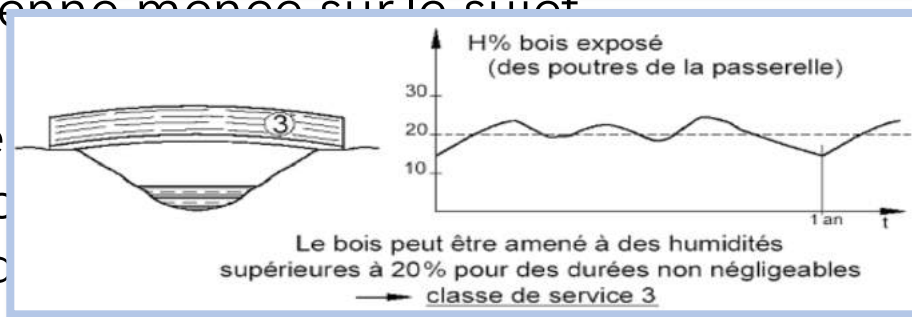
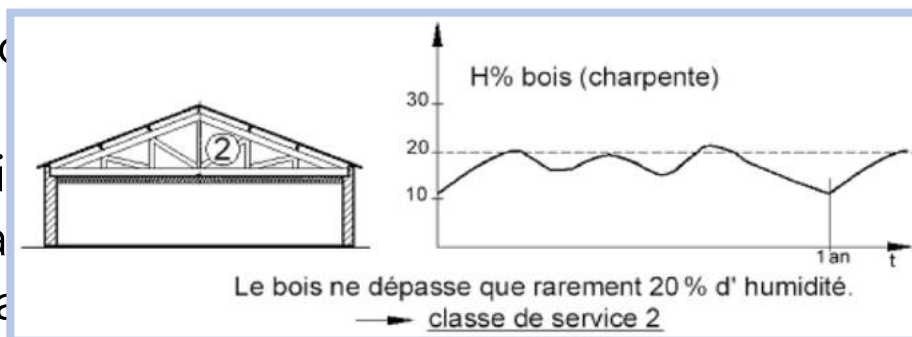
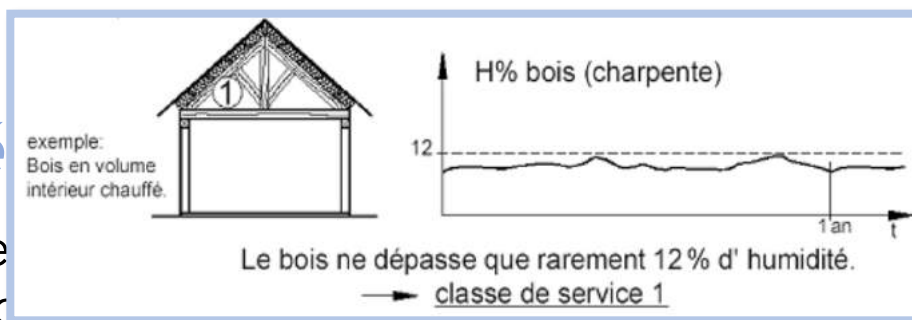
Etude épaisseur des lamelles de Douglas dans le lamellé-collé



Origines, Intérêt du projet et contexte normatif

Pourquoi cette é

- Demande croissante utilisation en classe
- Pas de traitement (z
- Esthétique
- Douglas est disponi
- La norme de fabrica
- lamelles à 35 mm d
- pas d'étude européenne menée sur le sujet
- L'épaisseur de 35 m
- standard du lamellé
- Actuellement la valc
- aubier sciées pour c
- mm)



Douglas purgés d'aubier:

stabilité naturelle,

) limite l'épaisseur des
en classe de service 3,

nt car éloigné des

ge

car les planches avec
standards du marché (40



Origines, Intérêt du projet et contexte normatif

Comment lever ce frein?



INSTITUT TECHNOLOGIQUE



- Rapprochement des scieurs et des lamellistes, travail commun entre SNBL (Syndicat national du bois lamellé) et France Douglas
- Commande et réalisation d'une étude avec un organisme/laboratoire agréé, FCBA, investi dans les comités de normalisation au niveau européen
- Obtenir des preuves scientifiques basées sur des essais pour proposer la modification au groupe de travail en charge de la révision en cours de la norme EN-14080.

Etat de l'art

Ce qui se passe au niveau européen et international

- L'enquête menée n'a pas réussi à déterminer l'origine de la limite à 35 mm dans la norme européenne
- La limite est empirique et proviendrait de la DIN 1052 et de retours d'expériences/sinistres en Autriche et Allemagne
- Aucune étude, ni essais ou travaux en lien avec la problématique n'existe au niveau international
- Il a fallu établir un protocole d'essais afin de mener cette étude et pouvoir utiliser les résultats dans la commission de révision de la norme EN-14080

Etude épaisseur des lamelles

Méthodologie

- But étant de mécanique et
- L'étude est mécanique et de cisaillement et de réaliser d'
- Ces essais sont de 40 mm afin de pour le cas d'essai notable pour
- La première est
- Les essais se

Palier	Essai	Répétabilité	Configuration X
1	Essai de délamination selon annexe C EN 14080, méthode A	X5	
2	Essai de cisaillement par compression pour détermination de F_{Max} à $t = 0$.	X20	
3	Essai de calibration de cisaillement par compression après autoclave	X20	
4	Délamination et cisaillement par compression à X% de F_{Max}	X20	

largement

délamination
it pour éviter
s coûteux.

de 35 mm et
émontrer que
e différence
produit fini.

pour les tests

Etude épaisseur des lamelles



Etude épaisseur des lamelles

Premiers résultats

- Choix de la colle : le comportement des adhésifs pour ces tests est quasiment identique, la colle polyuréthane est légèrement plus défavorable donc c'est l'adhésif choisi
- Pour les paliers allant de 1 à 3, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence.
- Palier 4 : essais en cours, résultats à venir

Perspectives

Quels enjeux ?

- Les premiers résultats sont plutôt encourageants et ne montrent pas de problème pour utiliser des lamelles de 40 mm vis-à-vis de lamelles de 35 mm, à confirmer suivant les résultats de l'étape 4.
- Cette étude doit nous servir de solide appui et d'argumentaire pour proposer la modification au groupe de travail en charge de réviser la norme EN-14080 en vue d'autoriser le collage de lamelles de 40 mm
- Un dossier technique FCBA sera notamment rédigé à l'issue de l'étude, si les conclusions sont positives, afin de justifier le collage de lamelles de 40 mm et permettant, dans un second temps au niveau national, d'avoir une base technique pour échange avec bureaux de contrôle et assureurs
- Un travail de fond peut être mené avec les scieurs de douglas et en prescription afin de développer l'utilisation en emploi structurel du Douglas en classe de service 3 et aussi 2 avec un plafond d'usage correspondant à la classe d'emploi 3.2
- Ressource locale pouvant substituer l'utilisation de bois d'import
- Meilleur sciage, optimisation et approvisionnement facilité en 40 mm