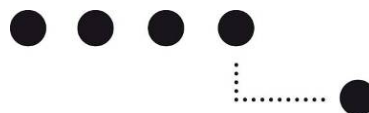


Propriétés mécaniques des carrelets de fenêtre

OFEV (Office fédéral de l'environnement)
BAFU (Fonds pour les recherches forestières et l'utilisation du bois)

Rapport final

Haute école spécialisée bernoise
Architecture, bois et génie civil



N° du rapport	2774-PB-01
N° du dossier	2774.DPE
Date	18.02.2013
Mandataire	OFEV (Office fédéral de l'environnement) Département : BAFU (Fonds pour les recherches forestières et l'utilisation du bois) 3003 Bern
Adresse du centre de recherche	Haute école spécialisée bernoise Architecture, bois et génie civil Département R+D Route de Soleure 102, 2504 Bienne Tel / Fax +41 (0)32 344 0 341 / 391 www.ahb.bfh.ch
Personne chargée du dossier	Marc Donzé
Doyen de la division R+D	René Graf

TABLE DES MATIÈRES	2
1 INTRODUCTION	4
1.1 Objectifs du projet	4
1.2 Déroulement chronologique du projet.....	5
2 OBJET D'ESSAIS	6
2.1 Description des échantillons d'essais	6
2.2 Numérotation des échantillons.....	6
2.3 Dates et numéros de réception des échantillons.....	7
2.4 Choix des échantillons	7
3 ESSAIS EN LABORATOIRE	7
3.1 Informations générales	7
3.1.1 Responsable des essais	7
3.1.2 Machines d'essai et appareils de mesure.....	7
3.1.3 Climatisation des échantillons / éléments d'essais.....	7
3.1.4 Date de réalisation des essais	8
3.2 Essais non destructifs	8
3.2.1 Mesure des dimensions	8
3.2.2 Mesure du taux d'humidité.....	8
3.2.3 Mesure du module d'élasticité avec le Sylvatest	8
3.2.4 Mesure du module d'élasticité et de la masse avec le Timbergrader.....	9
3.2.5 Mesure du module d'élasticité avec le Viscan	9
3.3 Essais en flexion 4 points	10
3.3.1 Objectifs de ces essais	10
3.3.2 Description des essais	10
3.3.3 Analyse des ruptures	11
3.4 Mesure de la masse volumique	12
3.4.1 Description des échantillons d'essais	12
4 ANALYSES DES RÉSULTATS DES ESSAIS EN FLEXION 4 POINTS	12
4.1 Masse volumique ρ_k	13
4.2 Module d'élasticité $E_{0,mean}$	13
4.3 Résistance à la flexion $f_{m,k}$	13
5 PRESENTATION DES RESULTATS	14
5.1 Corrélation les mesures non destructives et le module d'élasticité en flexion $E_{m,g}$	14
5.2 Corrélation entre la masse volumique humide et celle anhydre	15

5.3	Corrélation entre la masse volumique, le module d'élasticité et la résistance à la flexion	16
5.4	Masse volumique humide corrigée	19
5.5	Module d'élasticité.....	20
5.6	Résistance à la flexion	21
5.7	Types de rupture	22
5.8	Classement des résultats selon SN EN 338 [2]	23
6	SYNTHESE ET CONCLUSION	24
7	CONVENTIONS DU PRÉSENT RAPPORT	26
7.1	Nombre de pages.....	26
8	RÉFÉRENCES	27
8.1	Illustrations	27
8.2	Graphiques.....	27
8.3	Tableaux	27
8.4	Littératures	28
ANNEXE A: RESULTATS DES MESURES NON DESTRUCTIVES		29
ANNEXE B: RESULTATS DES ESSAIS EN FLEXION		30

1 INTRODUCTION

Dans le domaine de la menuiserie extérieure (façades et fenêtres), le bois est utilisé traditionnellement pour la fabrication des fenêtres. Depuis quelques années, il se trouve de nouvelles applications dans le domaine de la façade vitrée (par ex. poteau/traverse). Le bois est un matériau particulièrement adapté pour la fabrication de ces éléments vitrés. Contrairement à l'aluminium et au PVC, il allie de très bonnes qualités thermiques, mécaniques et écologiques qui sont de plus en plus mises en évidence dans la construction.

Les façades et fenêtres ne sont pas considérées comme porteurs car ce ne sont pas des éléments structuraux. Elles sont autoporteuses et permettent le transfert des charges de vent et de leur poids dans la structure du bâtiment. Le dimensionnement statique de ces éléments est décrit dans les normes traitant des menuiseries extérieures vitrées (cf. normes SIA 331 [10] et SIA 329 [12]). Afin d'assurer l'étanchéité de la menuiserie et la pérennité du verre isolant, ces normes limitent les déformations.

Par le passé, la limitation de la flèche permettait de dimensionner la plupart des cas. Actuellement, les exigences de l'architecture moderne provoquent une augmentation des dimensions des vitrages et paradoxalement, une diminution des sections de menuiserie. De plus, pour répondre aux exigences thermiques actuelles, le verre triple est couramment utilisé ce qui représente une augmentation de 50% du poids des vitrages. Ainsi, le matériau, les assemblages et les moyens de fixations sont beaucoup plus sollicités que par le passé. Pour les systèmes de menuiserie moderne, on constate qu'il faut en plus des déformations, également faire intervenir la résistance du matériau dans le dimensionnement.

Les carrelets de menuiseries ne correspondent pas au bois de construction qui est documenté dans les normes, les dimensions ainsi que les critères de qualité du bois sont très différents. Intuitivement, les performances mécaniques du bois de menuiserie sont supérieures au bois de construction, mais actuellement on ne dispose pas de documents de références qui fournissent ces caractéristiques mécaniques. Lorsque l'on n'est à ce problème, on se réfère en principe aux valeurs de la norme SIA 265 [3] et précisément aux valeurs de la classe de résistance C24 (résistance à la flexion $f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$). Mais, les valeurs que propose cette classe de résistance sont sans doute très inférieures à celles des carrelets pour façades et fenêtres.

1.1 Objectifs du projet

À l'aide de ce projet on souhaite déterminer des valeurs de dimensionnements pour les carrelets de fenêtre. En Suisse on distingue usuellement trois différents types de carrelets :

- Les carrelets lamellés collés avec entures multiples,
- Les carrelets aboutés à entures multiples
- Les carrelets en bois massif

Ces derniers sont illustrés schématiquement par la figure ci-dessous.

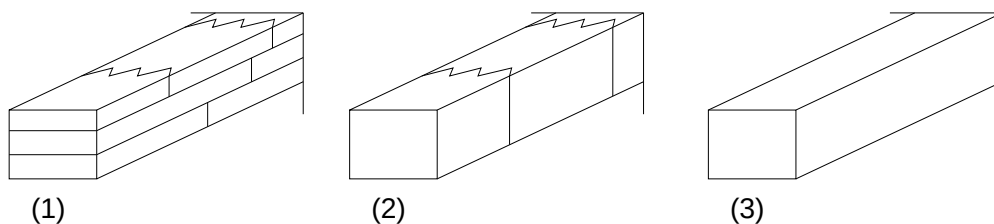


Fig. 1: (1) carrelet lamellé collé avec entures multiples, (2) carrelet abouté avec entures multiples et (3) carrelet massif

Dans ce projet, l'Haute école spécialisée bernoise « HESB-ABGC » s'est concentrée sur les essais des carrelots de type (2) et (3). Ce document, présente les résultats de ces essais.

Parallèlement, l'institution autrichienne Holzforschung Austria « HFA » a testé les carrelots lamellés collés avec entrures multiples (1). L'institut « HFA » a également repris nos résultats afin d'obtenir un échantillonnage plus intéressant pour l'analyse statistique. Les résultats de cette dernière ne sont pas présentés dans ce document.

Ce rapport a pour objectif de documenter les essais ainsi que les résultats expérimentaux. Dans le domaine des matériaux de construction en bois, le classement est réalisé en fonction des trois caractéristiques suivantes :

- Résistance caractéristique à la flexion : $f_{m,k}$ (en N/mm^2)
- Module d'élasticité en flexion : $E_{0,mean}$ (en N/mm^2)
- Masse volumique caractéristique : ρ_k (en kg/m^3)

Ainsi, l'objectif des essais est de déterminer ces valeurs. De plus, afin de contrôler les valeurs on a préalablement réalisé des essais non destructifs avec les appareils suivants [10] :

- **Sylvatest** : cet appareil permet d'évaluer le module d'élasticité du bois grâce à la mesure de la vitesse des ondes ultrasonores et de la densité.
- **Timbergrader** : cet appareil permet d'évaluer le module d'élasticité du bois grâce à la mesure de la fréquence propre de l'échantillon.
- **Viscan** : cet appareil permet d'évaluer le module d'élasticité du bois grâce à la mesure de la fréquence propre de l'échantillon.

Les propriétés mécaniques des carrelots ont été déterminées par des essais en flexion selon la norme SN EN 408 [1]. La mesure de la densité a été réalisée conformément à la norme DIN 52 182 [5].

1.2 Déroulement chronologique du projet

Les investigations se sont déroulées de la manière suivante :

- Rédaction d'un plan d'essai (en collaboration avec « HFA »),
- Commande des échantillons,
- Réception et numérotation des échantillons,
- Climatisation des échantillons,
- Mesures non destructives,
- Essais en flexions 4 points,
- Mesures de la masse volumique et de l'humidité du bois,
- Analyse des résultats,
- Rédaction du rapport d'essais.

2 OBJET D'ESSAIS

2.1 Description des échantillons d'essais

Les échantillons sont produits par les trois entreprises suivantes :

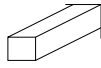
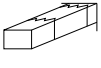
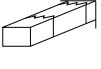
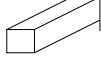
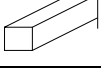
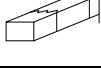
- Keilzinkwerk Hunkeler AG à Unterdorf (1)
- August Brühwiler AG à Balterswil (2)
- Sägerei Trachsel AG à Rüti bei Riggisberg (3)

Le producteur (1) a fourni des échantillons en sapin, le producteur (2) a fabriqué des échantillons en épicéa. Le troisième producteur (3) a fourni des échantillons en sapin et épicéa, il a également fourni des échantillons de qualité « Eurokantel » et en bois traité thermiquement. Les résultats de ces derniers n'entrent pas dans les objectifs de ce projet.

Les échantillons présentent une section rectangulaire de 100/70 mm (largeur/hauteur) et une longueur de env. 1650 mm.

2.2 Numérotation des échantillons

Le tableau suivant présente une description plus détaillée des échantillons fournis par chaque producteur. Il illustre également le principe de numérotation qui a été choisi dans ce projet. Le premier chiffre du numéro de la série correspond au producteur, le second au type d'éprouvette et le dernier à l'essence du bois.

Producteur	N°
Keilzinkwerk Hunkeler AG	1
Brühwiler Fensterholz AG	2
Sägerei Trachsel AG	3
Type de carrelots	N°
 massif naturel qualité A	1
 abouté naturel qualité A (kz)	2
 abouté naturel qualité Euro (kz)	3
 massif traitement thermique qualité A	4
 massif étuvé qualité A	5
 abouté traitement thermique qualité A (kz)	6
Essences	N°
Sapin	1
Epicéa	2

a)

Producteur	Type	Essence	N° de la série	N° de l'éprouvette de	à	n (nbres d'éprouvettes)
1	1	1	111	1	50	50
	2	1	121	51	100	50
2	1	2	212	101	150	50
	2	2	222	151	200	50
3	1	1	311	201	225	25
	2	2	322	226	250	25
	3	1	331	251	275	25
	2	1	321	276	300	25
	1	2	312	301	325	25
	3	2	332	326	350	25
	4	1	341	351	375	25
	5	1	351	376	400	25
	6	1	361	401	425	25

b)

Tableau 1: a) descriptions des éprouvettes et de leur provenance ; b) numérotation et nombres des éprouvettes

Il faut remarquer que la première phase du projet comporte env. 425 éprouvettes. L'objectif de ce projet est de déterminer les classes de résistance des carrelots de type 1 et 2. Dans un premier temps, les résultats sont analysés en fonction du producteur. Puis, ils seront regroupés en fonction du type de carrelot afin d'avoir un plus grand nombre d'éprouvettes et donc d'augmenter l'exactitude des résultats.

2.3 Dates et numéros de réception des échantillons

Les échantillons de l'entreprise (1) ont été livrés par nos soins à la « HESB-ABGC », le 02.11.2011 et ont reçu le numéro de réception #2119.

Les échantillons de l'entreprise (2) ont été livrés par nos soins à la « HESB-ABGC », le 02.11.2011 et ont reçu le numéro de réception #2120.

Les échantillons de l'entreprise (3) ont été livrés à la « HESB-ABGC », le 27.10.2011 et ont reçus le numéro de réception #2121.

La réception des échantillons ainsi que leur transport ont été effectués par M. Dessimoz François (dmf1).

2.4 Choix des échantillons

Les échantillons ont été transmis par les producteurs de carrelot. Ils correspondent à des produits standards de leur assortiment.

3 ESSAIS EN LABORATOIRE

3.1 Informations générales

3.1.1 Responsable des essais

Les essais ont été réalisés par François Dessimoz (dmf1) et Marc Donzé (dnm2).

3.1.2 Machines d'essai et appareils de mesure

Machines et appareils de mesure	N° interne
Mètre à rouleau, Stanley 2009 3m	2.40.4012.9410
Pied à coulisse, Mitutoyo	42.9456
Machine d'essais traction/compression Zwick	36.9489
Timber Grader	2.42.4012.9381
Balance	
Gann Hydromette M4050	36.9608
Sylvatest	
Capteur de déplacement inductif	42.9516
Capteur de déplacement inductif	42.9517
Viscan	
Balance de précision, Mettler PB 1502-S	36.9215
Exicator	

Tableau 2: machines et appareils de mesure

3.1.3 Climatisation des échantillons / éléments d'essais

Les échantillons sont climatisés du 11.11.2011 dans les conditions climatiques de 20° C et 50% d'humidité jusqu'à leur débitage pour la fabrication des échantillons pour la détermination des masses volumique anhydre.

Par manque de place les échantillons no 350 à 425 sont climatisés avec un climat de 23° C et 65% d'humidité durant la même période.

3.1.4 Date de réalisation des essais

Les essais ont été réalisés durant la période du 12.01.2012 au 13.02.2012.

3.2 Essais non destructifs

Les mesures et essais non destructifs ont été réalisés entre le 22.12.2011 et le 06.01.2012 dans les laboratoires climatisés de la « HESB-ABGC ». Les différentes mesures et essais non destructifs réalisés sont détaillés ci-dessous.

3.2.1 Mesure des dimensions

La longueur a été mesurée à l'aide d'un mètre à rouleau, Stanley 2009 3 m. La largeur et l'épaisseur des pièces ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse, Mitutoyo, relié à l'ordinateur pour la transmission des données. Les mesures ont été prises à environ 150 mm du bord de la pièce.

3.2.2 Mesure du taux d'humidité

Le taux d'humidité a été relevé à l'aide d'une hydromètre Gann M4050. Les mesures d'humidité ont été prises à environ 150 mm du bord de la pièce.

3.2.3 Mesure du module d'élasticité avec le Sylvatest

Afin d'effectuer les mesures avec le Sylvatest nous avons percé toutes les têtes des éprouvettes avec une mèche de diamètre 5 mm et sur une profondeur de 10 mm. Puis nous avons utilisé le Sylvatest sur chaque pièce avec les réglages suivants :

- Longueur : pour chaque série, la longueur moyenne a été utilisée.
- Taux d'humidité : pour chaque série, le taux d'humidité moyen a été utilisé.
- Essence : pour chaque série nous avons ajusté l'essence (sapin, épicéa).



Image 1: mesure du module d'élasticité avec le Sylvatest

La mesure du Sylvatest donne le temps que l'ultrason met pour aller de l'émetteur au récepteur en milliseconde [ms]. En utilisant la formule suivante nous trouvons la vitesse de propagation de l'ultrason dans le bois pour le taux d'humidité réelle du bois.

$$V_{ultra,réelle} = \frac{L}{t} \text{ en m/s} \quad (1)$$

L : Longueur de l'éprouvette en mètre [m]

t : Temps [s]

La vitesse obtenue avec la formule (1) doit être corrigée pour un taux d'humidité du bois de 12% ($u=12\%$).

$$V_{ultra\ u=12\%} = V_{ultra,réelle} + 33 \cdot (u_{réelle} - 12) \quad (2)$$

$V_{ultra, réelle}$: Vitesse de l'ultrason au taux d'humidité réelle en m/s

$V_{ultra, u=12\%}$: Vitesse de l'ultrason à 12% d'humidité en m/s

$u_{réelle}$: Humidité effective du bois en %

Après avoir calculé la vitesse d'ultrason corrigée au taux d'humidité de 12%, la formule (3) est utilisée pour calculer le module d'élasticité.

$$E_{Sylvatest} = \left(\frac{V_{ultra,u=12\%}}{1000} \right)^2 \cdot \rho \quad (3)$$

$V_{ultra, u=12\%}$: Vitesse de l'ultrason à 12% d'humidité en m/s

ρ : Masse volumique en kg/m^3

3.2.4 Mesure du module d'élasticité et de la masse avec le Timbergrader

Le Timbergrader est un appareil de mesure d'onde sonore, qui calcule le module d'élasticité. Chaque échantillon représente un nouveau fichier comprenant toutes les éprouvettes.

Les données suivantes sont nécessaires pour le calcul du module :

- Longueur moyenne de l'échantillon,
- Humidité, arrondie à 0.5 % de l'humidité donnée par la prise de mesure avec l'hydromètre pour chaque éprouvette,
- La masse de chaque éprouvette est mesurée avant de prendre son module d'élasticité à l'aide d'une balance,
- Largeur : 100mm
- Epaisseur : 70mm
- L'essence de l'échantillon.

Les données sont transmises en direct à un ordinateur, le fichier peut être exporté et travaillé dans le programme Excel.

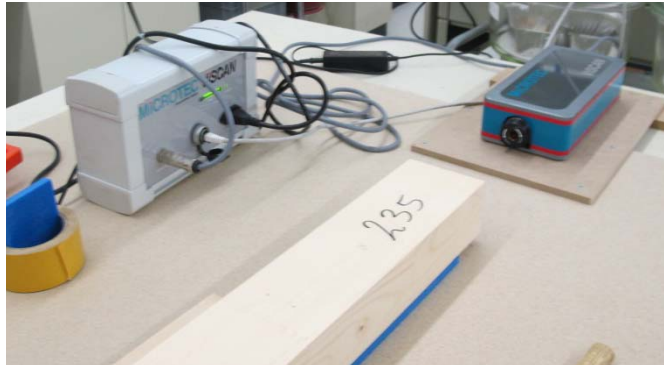
3.2.5 Mesure du module d'élasticité avec le Viscan

L'appareil Viscan permet de calculer le module d'élasticité grâce à une technologie de laser interféromètre.

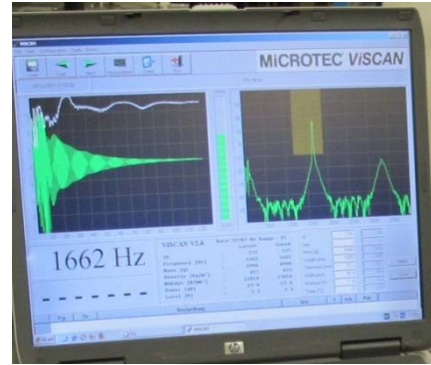
Pour le test les données suivantes sont nécessaires :

- La longueur de l'éprouvette
- La largeur de l'éprouvette
- L'épaisseur de l'éprouvette
- L'humidité réelle de l'éprouvette
- La masse de chaque éprouvette
- La température de surface de l'éprouvette.

Pour assurer une bonne résonance de l'éprouvette, elle est posée sur une fine couche d'isolant. Le laser est pointé au milieu de la section. Chaque pièce est frappée légèrement avec un petit marteau afin de créer la résonance et l'appareil mesure la fréquence. Cette dernière permet ensuite de déterminer le module d'élasticité.



a)



b)

Image 2: a) appareil de mesure Viscan; b) fréquence de l'échantillon

3.3 Essais en flexion 4 points

3.3.1 Objectifs de ces essais

Ces essais permettent de déterminer le module d'élasticité $E_{m,g}$ et la résistance à la rupture F_{max} de chaque éprouvette.

3.3.2 Description des essais

Les essais en flexion 4 points ont été réalisés conformément à la norme SN EN 408 [1]. Le module d'élasticité est déterminé avec la méthode globale dans le domaine de déformation de $0.1 F_{max,est}$ et $0.4 F_{max,est}$. Le module de cisaillement utilisé pour le calcul de $E_{m,g}$ est de 650 N/mm^2 et la vitesse d'essai était d'env. 0.4 mm/s . Le schéma suivant présente le système statique considéré lors des essais.

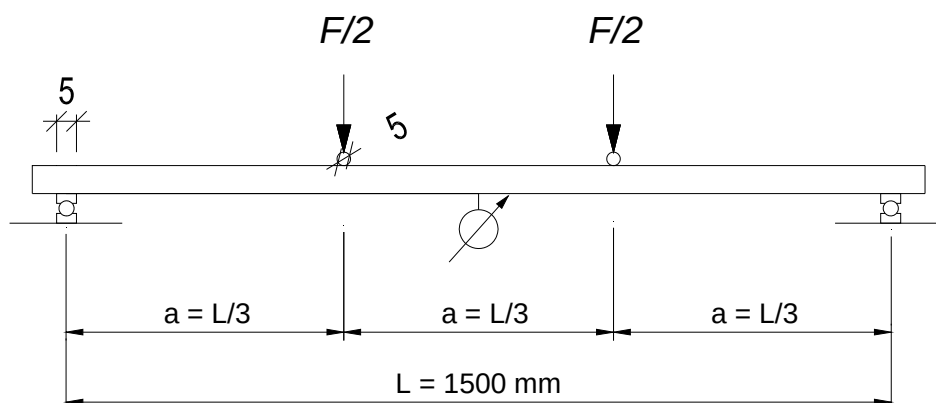
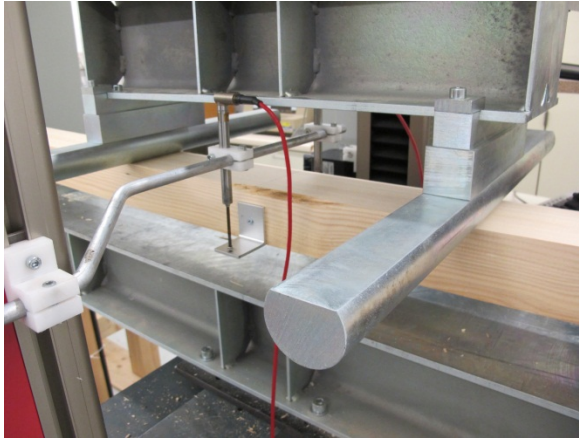
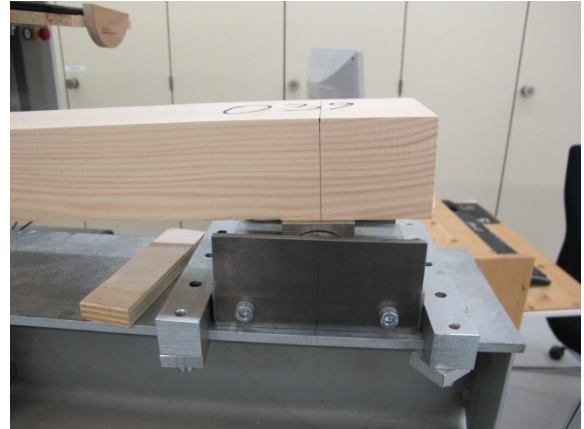


Figure 1 : système statique considéré lors des essais

La déformation verticale a été mesurée avec deux comparateurs électroniques disposés à l'axe de chaque côté de la section. La valeur moyenne de ces deux mesures est utilisée pour calculer le module d'élasticité. Les comparateurs sont éloignés de l'éprouvette avant la rupture. L'image suivante illustre une éprouvette lors d'un essai en flexion 4 points.



a)



b)

Image 3: a) position des comparateurs; b) appui de l'éprouvette

Selon la norme SN EN 408 [1], le module d'élasticité global de chaque éprouvette se calcul de la manière suivante :

$$E_{m,g} = \frac{3aL^2 - 4a^3}{2bh^3 \left(2 \frac{w_2 - w_1}{F_2 - F_1} - \frac{6a}{5Gb h} \right)} \quad (4)$$

Dans le calcul des propriétés caractéristiques selon la norme EN 384 [3], le module de cisaillement est considéré comme infiniment grand. Dans les autres cas, le module d'élasticité est calculé avec $G = 650 \text{ N/mm}^2$.

La résistance à la flexion est calculée avec $F_{\max}$ de la manière suivante :

$$f_m = \frac{3F_{\max}a}{bh^2} \quad (5)$$

3.3.3 Analyse des ruptures

Pour des raisons d'économie de temps, l'analyse des ruptures a été effectuée de manière relativement simple. Le responsable des essais a classé la rupture dans l'une des trois catégories suivantes :

1. Flexion, rupture dans la zone de traction de l'éprouvette, en principe dans la partie où le moment est maximal
2. Cisaillement, rupture dans la zone des appuis
3. Rupture dans les assemblages à entures

Il faut remarquer que la 3^{ème} catégorie ne concerne pas les échantillons en bois massif. Les images suivantes présentent les trois différents types de rupture.

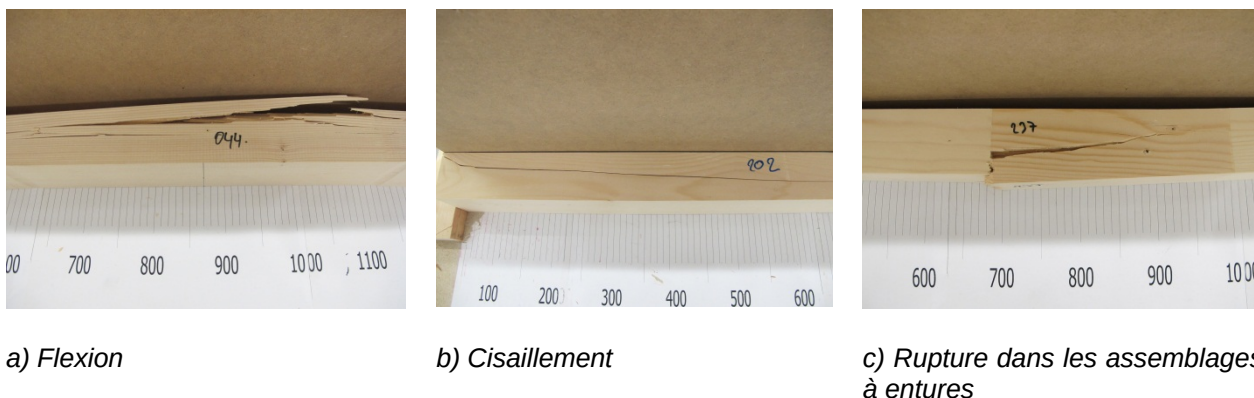


Figure 2: illustrations des trois types de rupture

3.4 Mesure de la masse volumique

La masse volumique des échantillons a été mesurée selon la norme DIN 52182 [7] et l'humidité selon la norme DIN 52183 [8].

3.4.1 Description des échantillons d'essais

Les échantillons d'essais sont débités près de la zone de rupture. Ils doivent être parfaits (sans nœud, sans fente et sans poche de résine). Il faut remarquer qu'il est très difficile de produire des échantillons précis comme le décrit la norme. En effet, dans la zone de rupture, il est souvent constaté une rupture de cisaillement vers l'axe neutre, ce qui oblige à recouper l'échantillon dans un autre format.

Chaque éprouvette reçoit le même numéro que celui de l'échantillon de provenance (numéro unique de 1 à 425). Les éprouvettes sont ensuite mesurées avec un pied à coulisse, puis pesé avec une balance de laboratoire. Ces mesures nous permettent de déterminer la masse volumique de chaque éprouvette.

4 ANALYSES DES RÉSULTATS DES ESSAIS EN FLEXION 4 POINTS

L'analyse des résultats est réalisée dans l'optique de classer les de carrelets de fenêtre selon les mêmes critères que le bois de construction, sur les bases des normes SN EN 384 [3] et 338 [2].

Selon la norme SN EN 338 [2], la classe de résistance du bois est définie en fonction de la résistance caractéristique à la flexion, du module d'élasticité (valeur moyenne) et de la masse volumique caractéristique du bois. Le classement est réalisé en fonction de la valeur la plus basse de ces trois caractéristiques.

Le tableau suivant indique les classes de résistances pertinentes pour ce projet.

Classe de résistance selon EN 338	Résistance caractéristique à la flexion $f_{m,k}$ (N/mm ²)	Module d'élasticité $E_{0,mean}$ (N/mm ²)	Masse volumique ρ_k (kg/m ³)
C24	24	11000	350
C27	27	11500	370
C30	30	12000	380
C35	35	13000	400
C40	40	14000	420
C45	45	15000	440

Tableau 3: critères de classement des classes C24 à C35 selon SN EN 338 [2]

4.1 Masse volumique ρ_k

La masse volumique caractéristique est calculée de la manière suivante :

1. Le masse volumique humide ρ_u de chaque éprouvette est corrigée à une valeur de 12% (SN EN 384 [3]).
2. La valeur caractéristique ρ_k de chaque série est calculée avec la fonction « centile 0.05 » du programme Excel.
3. Lors du regroupement des résultats (éprouvettes identiques mais producteurs différents), la valeur $\rho_{k,reg}$ est calculée de la manière suivante :

$$\rho_{k,reg} = \frac{\sum \rho_{k,j} \cdot n_j}{\sum n_j} \quad (6)$$

n_j : nombre d'éprouvettes contenues dans la série j

$\rho_{k,reg}$: valeur caractéristique de la masse volumique de la série j

4.2 Module d'élasticité $E_{0,mean}$

Le module d'élasticité à la flexion est calculé de la manière suivante :

1. Le module d'élasticité $E_{m,g}$ est corrigé en fonction de la teneur en eau de l'éprouvette lors de l'essai à une humidité du bois de 12% (SN EN 384 [3]).
2. La valeur moyenne $E_{0,mean}$ est calculée pour chaque série avec l'expression suivante :

$$E_{0,mean} = \frac{\sum E_j}{n} \cdot 1.3 - 2690 \quad (7)$$

3. Lors du regroupement des résultats (éprouvettes identiques mais producteurs différents), la valeur $E_{0,mean,reg}$ est calculée de la manière suivante :

$$E_{0,mean,reg} = \frac{\sum E_{0,mean,j} \cdot n_j}{\sum n_j} \quad (8)$$

n_j : nombre d'éprouvettes contenues dans la série j

$E_{0,mean,j}$: valeur moyenne du module d'élasticité de la série j

4.3 Résistance à la flexion $f_{m,k}$

La résistance à la flexion est déterminée selon le schéma suivant :

1. La valeur f_m de chaque éprouvette est divisée par le facteur $k_l = 0.9657$ (SN EN 384 [3]). Ce dernier tient compte de la sur longueur des éprouvettes par rapport à $L = 18h$ et $a = 6h$. Il faut remarquer que le facteur de hauteur k_h n'est pas considéré dans cette analyse. Ceci a été fixé terminé lors d'une séance avec la « HFA ».
2. Calcul de la valeur caractéristique $f_{m,k}$ selon la norme SN EN 14358 [4].
3. Lors du regroupement des résultats (éprouvettes identiques mais producteurs différents), la valeur $f_{m,k}$ est multipliée par le facteur $k_s = 0.92$ selon la norme SN EN 384 [3]. Le facteur k_s tient compte du nombre d'éprouvette par série.

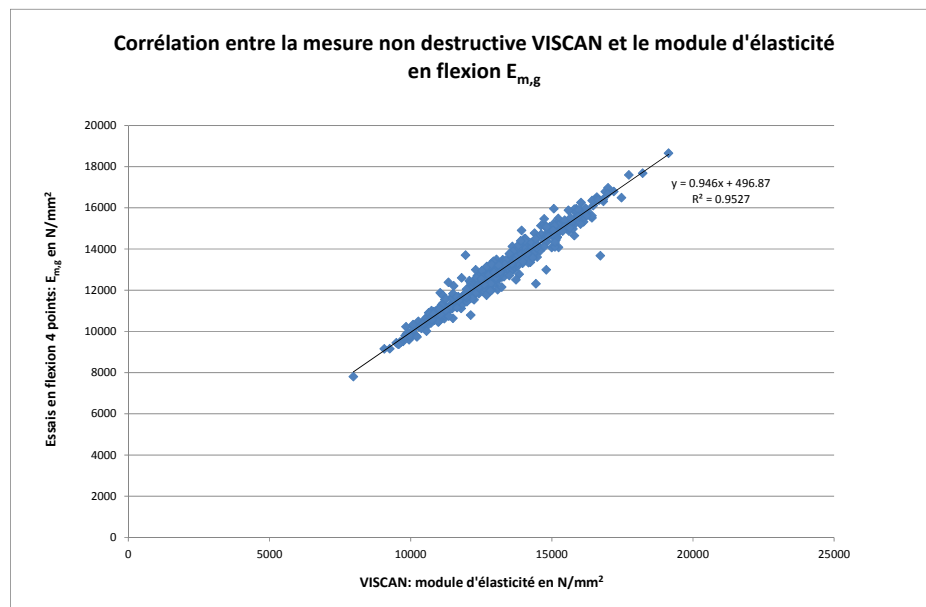
$$f_{m,k,reg} = f_{m,k} \cdot k_s \quad (9)$$

5 PRESENTATION DES RESULTATS

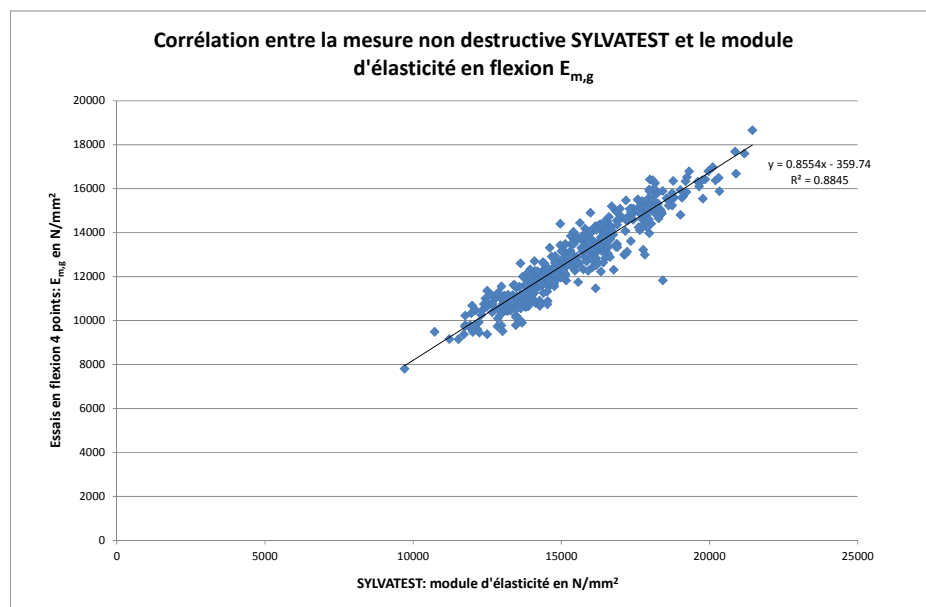
Dans ce chapitre, les résultats sont présentés sans être commentés. La discussion des résultats sera réalisée dans le chapitre synthèse et conclusion.

5.1 Corrélation les mesures non destructives et le module d'élasticité en flexion $E_{m,g}$

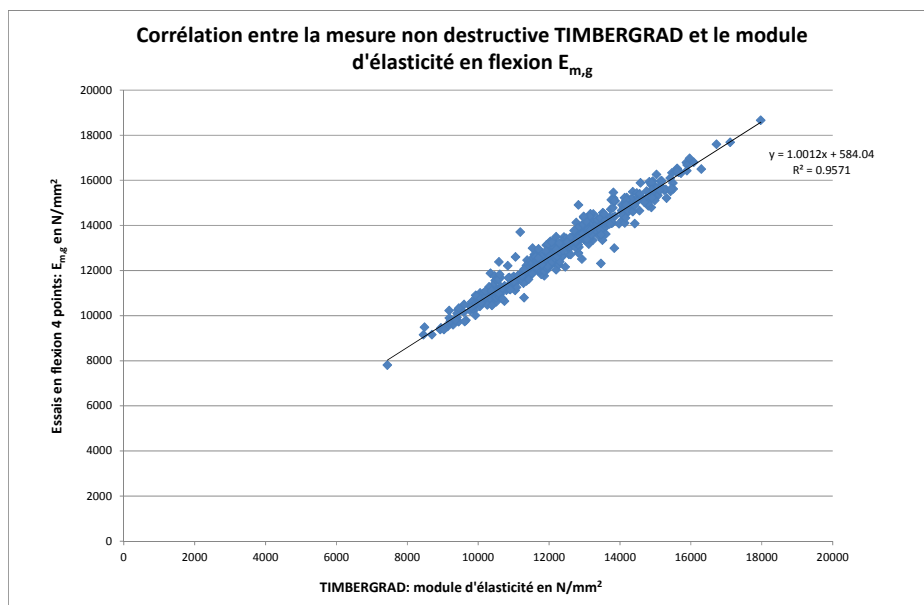
Les trois graphiques suivants présentent la corrélation entre les mesures non destructives et le module d'élasticité en flexion $E_{m,g}$.



Graph 1: corrélation entre la mesure non destructive VISCAN et le module d'élasticité en flexion $E_{m,g}$



Graph 2: corrélation entre la mesure non destructive SYLVATEST et le module d'élasticité en flexion $E_{m,g}$

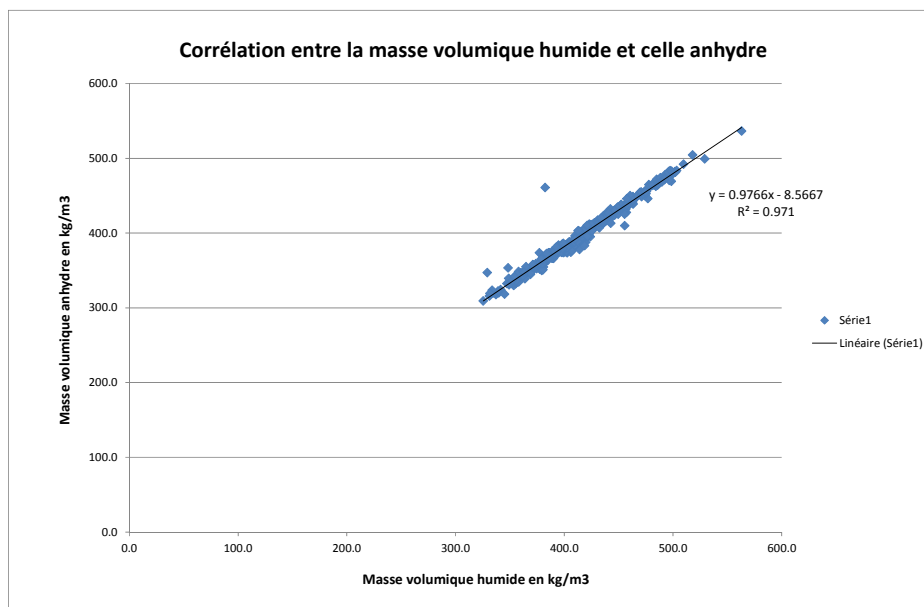


Graph 3: corrélation entre la mesure non destructive TIMBERGRAD et le module d'élasticité en flexion $E_{m,g}$

On constate une très bonne corrélation entre les mesures non destructives et les résultats des essais en flexion. Il faut remarquer que les mesures non destructives fournissent des valeurs fiables pour les carrelots aboutés et pour les carrelots traités thermiquement.

5.2 Corrélation entre la masse volumique humide et celle anhydre

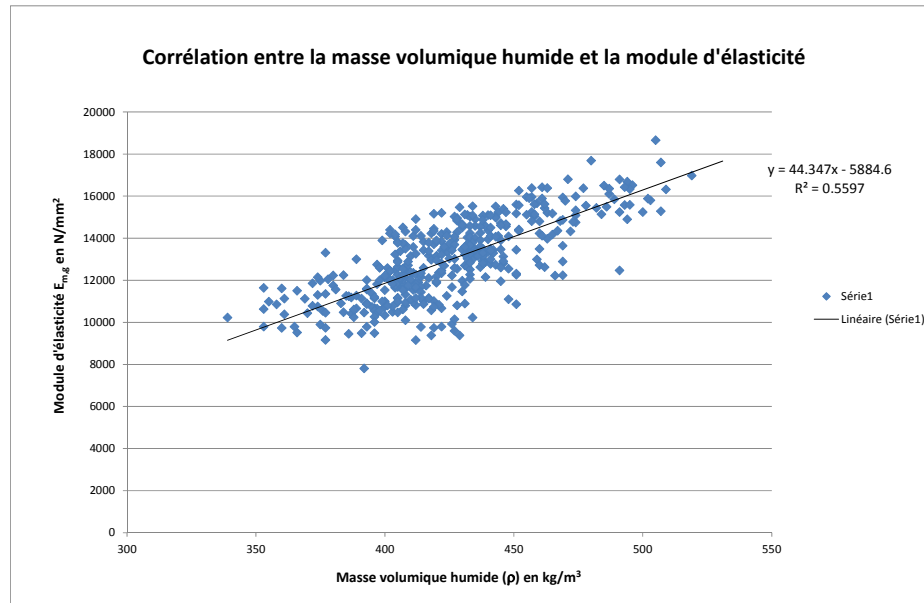
Le graphique suivant présente la corrélation entre l'humidité du bois humide et celle anhydre.



Graph 4: corrélation entre la masse volumique humide et celle anhydre

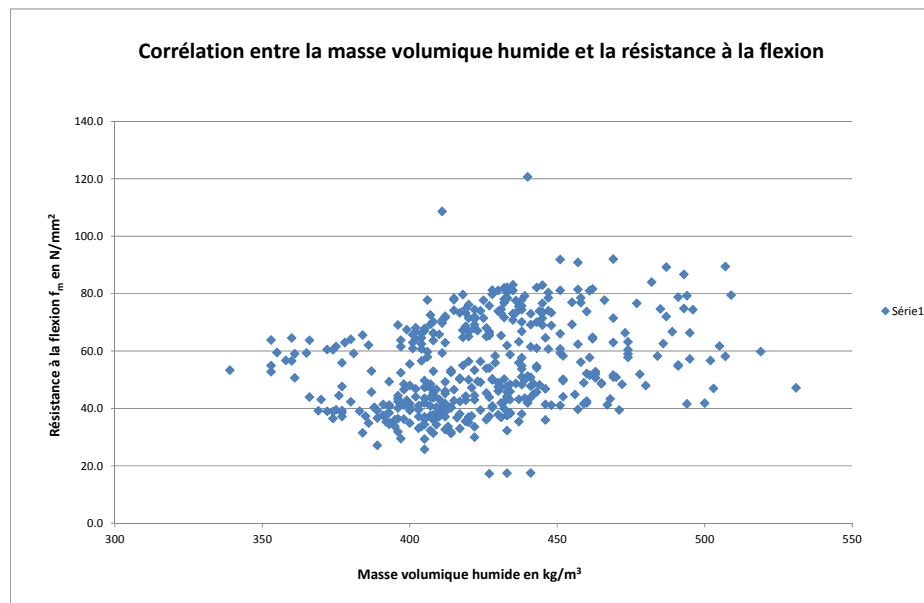
5.3 Corrélation entre la masse volumique, le module d'élasticité et la résistance à la flexion

Le graphique suivant illustre la corrélation entre la masse volumique humide (lors de l'essai) le module d'élasticité en flexion $E_{m,g}$ (essais destructifs). Tous les échantillons sont présentés dans ce graphique et l'on constate une corrélation relative entre ces deux propriétés.



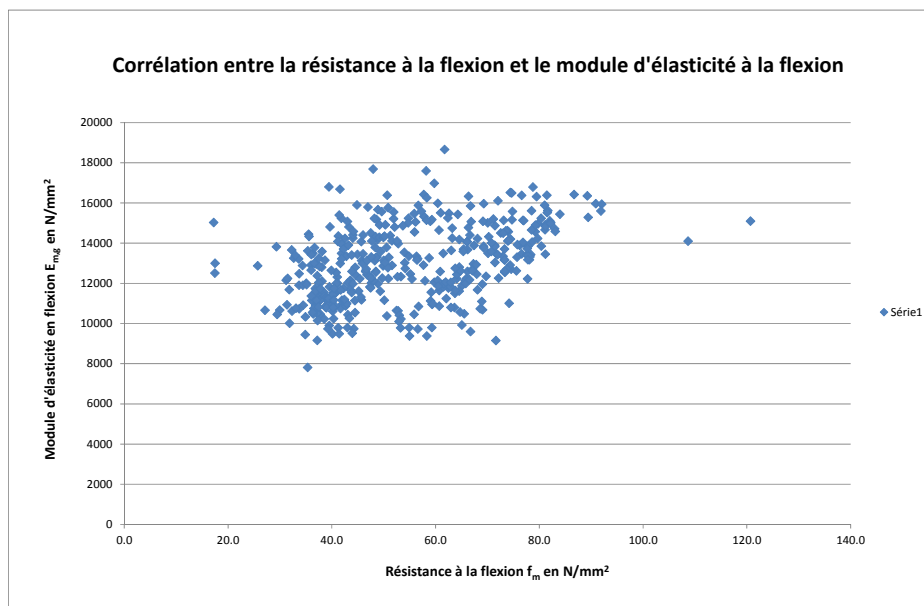
Graph 5: corrélation entre la masse volumique humide et le module d'élasticité

Le graphique suivant présente la corrélation entre la masse volumique humide et la résistance à la flexion. La corrélation entre la masse volumique et la résistance du bois est largement documentée dans la littérature spécialisée. Par contre, dans cette recherche on constate que cette corrélation est très faible à inexistante. Cela s'explique en partie par le fait que dans les carrelots à entures multiples, la rupture se situe très souvent dans les aboutages.



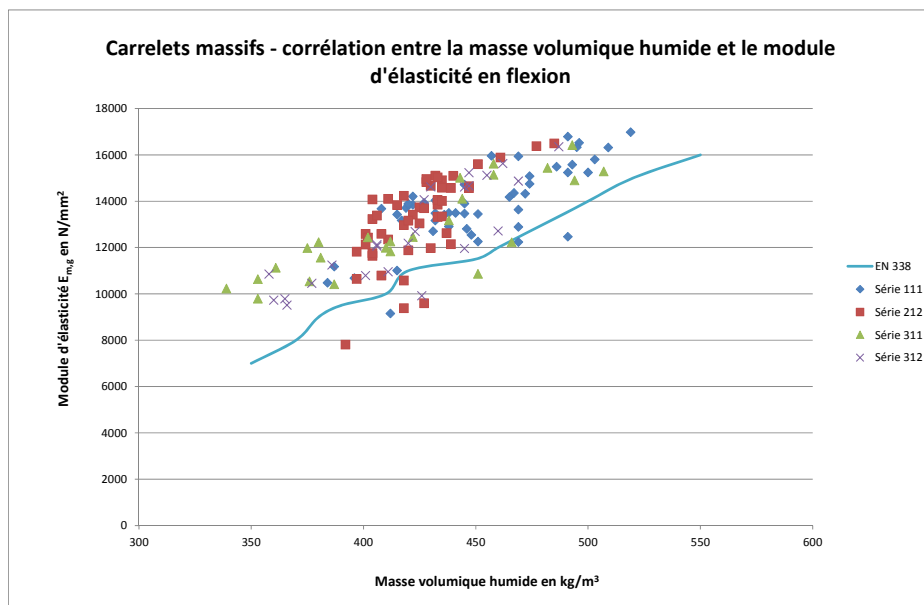
Graph 6: corrélation entre la masse volumique humide et la résistance à la flexion

Le graphique suivant présente la corrélation entre la résistance à la flexion et le module d'élasticité en flexion. À nouveau, la relation entre ces deux propriétés mécaniques est très faible surtout si l'on considère la totalité des échantillons.

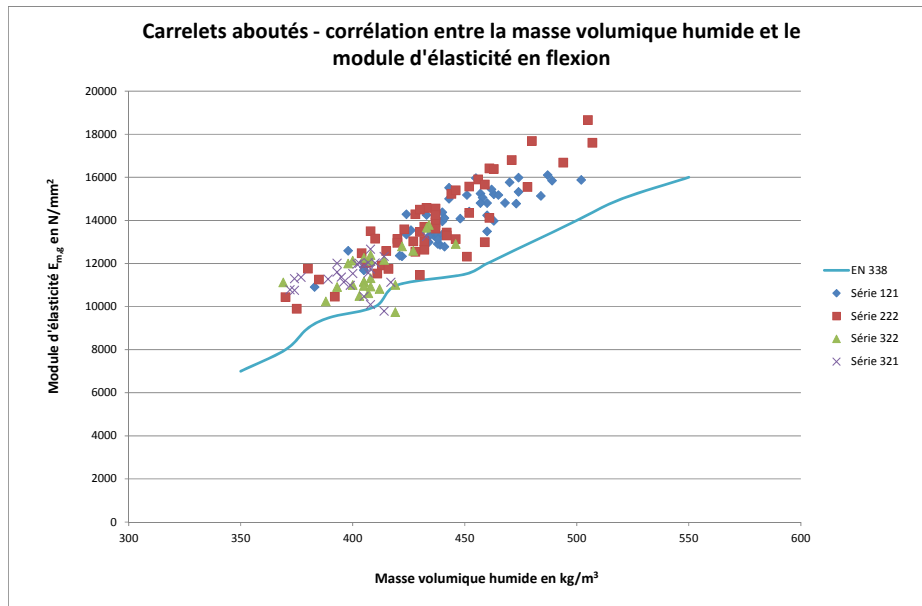


Graph 7: corrélation entre la résistance à la flexion et le module d'élasticité en flexion

Les deux graphiques suivants montrent la relation entre la masse volumique humide et le module d'élasticité en flexion pour les carrelets massifs et pour ceux aboutés. À titre de comparaison, la courbe indique les valeurs de la norme de classement SN EN 338 [2].



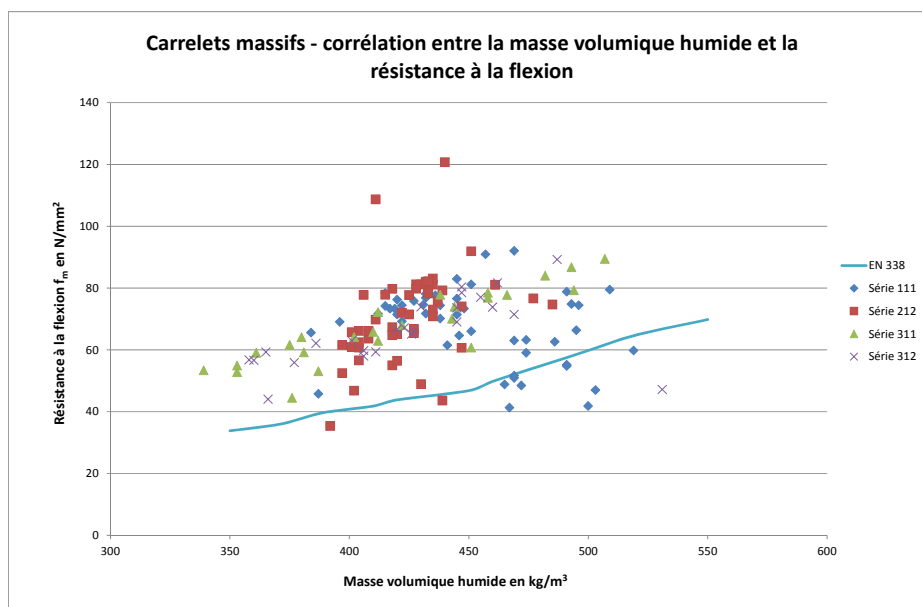
Graph 8: carrelets massifs - corrélation entre la masse volumique humide et le module d'élasticité en flexion



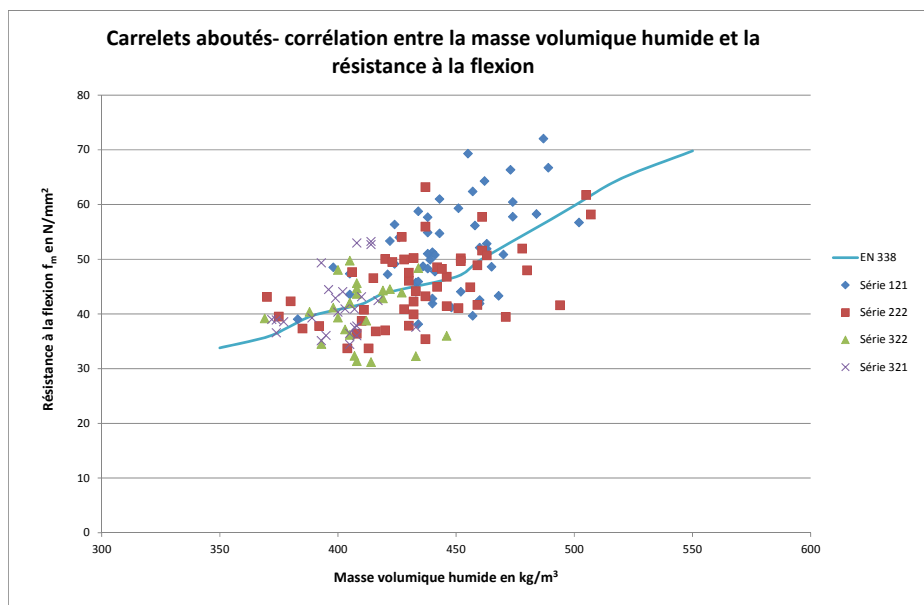
Graph 9: carrelets aboutés - corrélation entre la masse volumique humide et le module d'élasticité en flexion

Pour les deux produits, on constate une corrélation relative entre les deux propriétés. Par contre, les valeurs de la courbe sont inférieures à celles des essais. On remarque aussi que l'assemblage à entures n'influence pas ou peu le module d'élasticité en flexion.

Les deux graphiques suivants montrent la relation entre la masse volumique humide et la résistance à la flexion des carrelets massifs et de ceux aboutés. À titre de comparaison, la courbe indique les valeurs de la norme de classement SN EN 338 [2]. Cette courbe est estimée avec un écart type de 12 N/mm^2 et un nombre infini d'échantillons.



Graph 10: carrelets massifs - corrélation entre la masse volumique humide et la résistance à la flexion

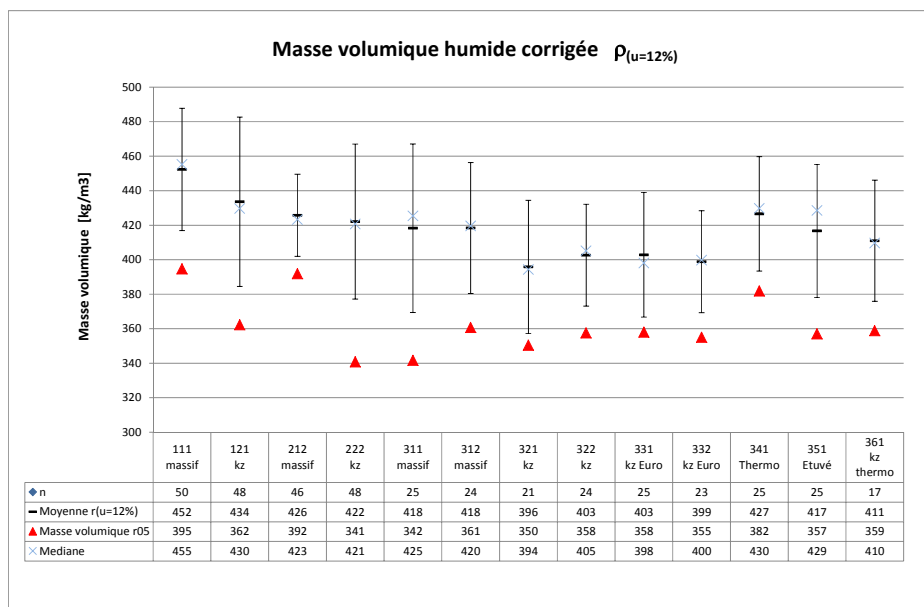


Graph 11: carrelets aboutés - corrélation entre la masse volumique humide et la résistance à la flexion

On remarque que pour les deux produits, la corrélation est très faible entre la masse volumique et la résistance à la flexion. Sur le graphique 10, on constate que la résistance à la flexion est supérieure aux valeurs que propose la norme de classement (SN EN 338 [2]).

5.4 Masse volumique humide corrigée

Le graphique suivant présente la masse volumique humide corrigée à une humidité du bois (u) de 12% pour chaque série.



Graph 12: masse volumique corrigée à une humidité du bois (u) de 12%

La valeur moyenne de la masse volumique corrigée se situe entre 400 et 450 kg/m³. Les échantillons de l'entreprise Trachsel sont un peu plus faibles (env. 400 kg/m³) que ceux des autres producteurs.

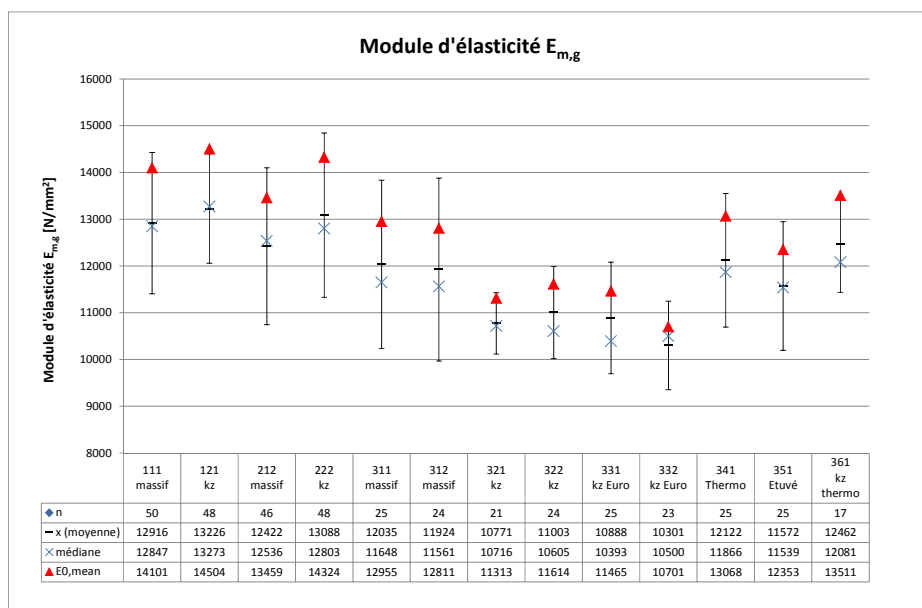
La masse volumique caractéristique des échantillons en bois massif et ceux en bois abouté est présentée dans le tableau ci-dessous. La qualité Euro ainsi que le bois traité thermiquement ne sont pas considérés dans les valeurs regroupées.

Masse volumique en kg/m^3	111 massif	212 massif	311+ 312 massif	121 kz	222 kz	321+ 322 kz
n (nbres d'éprouvettes)	50	46	49	48	48	45
Masse volumique ρ_{05}	395	392	351	362	341	354
n (nbres d'éprouvettes)	145			141		
$\rho_{k,reg}$	379			352		

Tableau 4: valeurs regroupées de la masse volumique caractéristique ($u = 12\%$)

5.5 Module d'élasticité

Le graphique suivant présente le module d'élasticité pour chaque série d'essais. La valeur moyenne désignée par « x » ne tient pas compte de l'influence du cisaillement dans la déformation. Par contre, la module $E_{0,mean}$ en tient compte car il est corrigé avec la formule (7). On constate que les produits aboutés de l'entreprise Trachsel possèdent un module d'élasticité inférieur aux autres carrelets. Pour les deux premiers producteurs, les carrelets massifs possèdent quasi le même module d'élasticité que ceux aboutés. Le traitement thermique des séries 341 à 361 ne semble pas influencer le module d'élasticité. Ce point devrait toutefois être vérifié par des investigations expérimentales plus importantes.



Graph 13: module d'élasticité en flexion

Afin de consolider les valeurs statistiques, les séries sont regroupées conformément à la norme SN EN 384 [3]. Les valeurs des séries 331 à 361 ne sont plus considérées dans les valeurs du tableau suivant. La valeur regroupée du module d'élasticité des carrelets massifs est de 13486 N/mm^2 et celui des carrelets aboutés est de 13472 N/mm^2 .

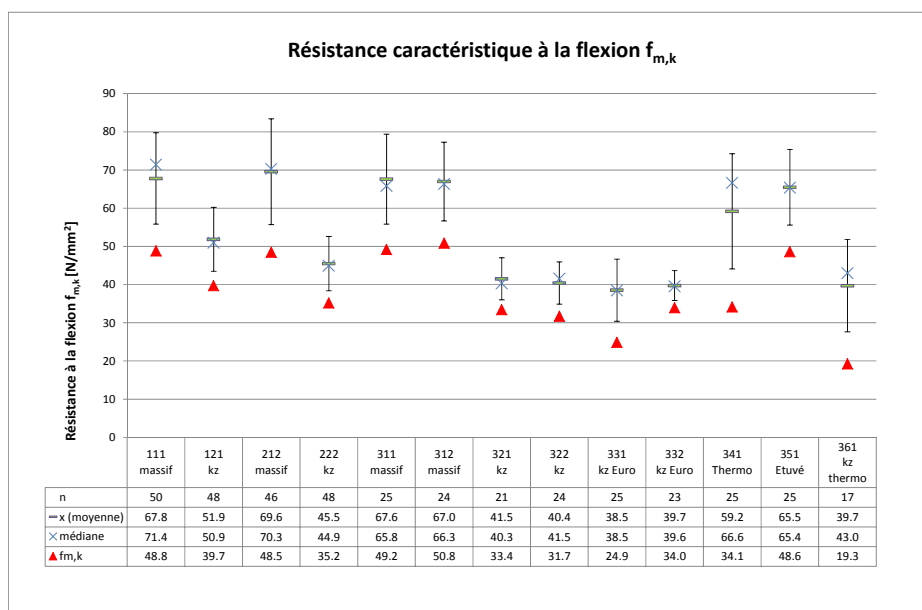
Module d'élasticité en N/mm ²	111 massif	212 massif	311+ 312 massif	121 kz	222 kz	321+ 322 kz
n (nbres d'éprouvettes)	50	46	49	48	48	45
$E_{0,mean}$	14101	13459	12883	14504	14324	11463
n (nbres d'éprouvettes)	145			141		
$E_{0, mean, reg}$	13486			13472		

Tableau 5: valeurs regroupées du module d'élasticité

5.6 Résistance à la flexion

La valeur moyenne ainsi que la valeur caractéristique de la résistance à la flexion sont illustrées dans le graphique ci-dessous. Indépendamment du producteur, on constate systématiquement une perte de résistance des carrelets aboutés. Les carrelets aboutés de l'entreprise Hunkeler possède la meilleure résistance avec une valeur moyenne d'env. 52 N/mm². Par contre, ceux de l'entreprise Trachsel sont nettement moins résistants avec une valeur moyenne d'env. 40 N/mm².

L'influence du traitement thermique sur la résistance à la flexion est difficilement caractérisable avec les résultats de cette recherche. Il faut toutefois remarquer que la série 361 présente une valeur caractéristique très faible (inférieur à la classe C24).



Graph 14: résistance caractéristique à la flexion

Les valeurs regroupées conformément à la norme SN EN 384 [3] sont présentées dans le tableau suivant. Le facteur k_s qui tient compte du nombre d'éprouvettes et du nombre de séries diminue la résistance caractéristique de 8%. La valeur regroupée de la résistance caractéristique est de 45.2 N/mm² pour les carrelets massifs. Celle des carrelets aboutés n'est que de 33.0 N/mm².

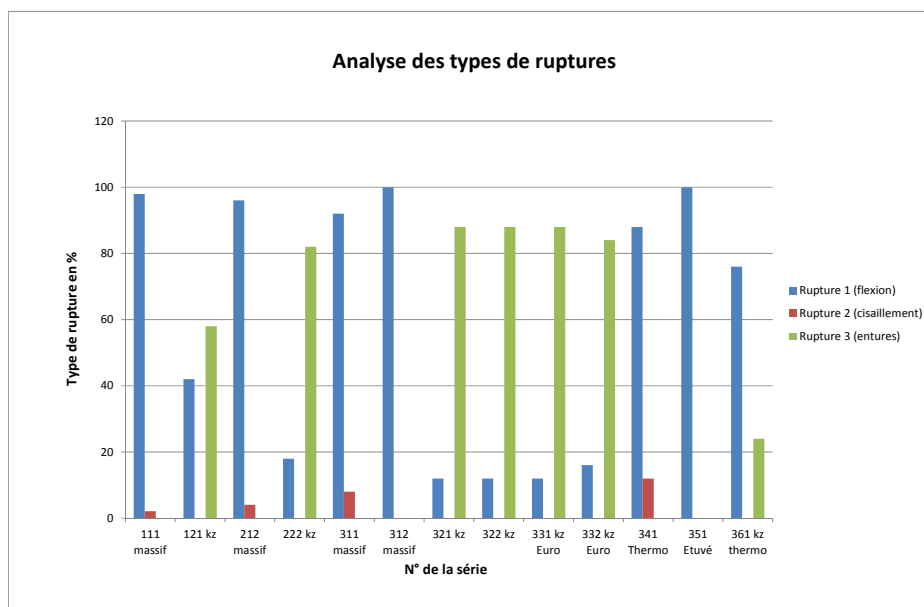
Résistance à la flexion en N/mm^2	111 massif	212 massif	311+ 312 massif	121 kz	222 kz	321+ 322 kz
n (nbres d'éprouvettes)	50	46	49	48	48	45
$f_{m,k}$	48.8	48.5	50.0	39.7	35.2	32.6
n (nbres d'éprouvettes)	145			141		
Moyenne $f_{m,k}$	49.1			35.8		
k_s (EN 384)	0.92			0.92		
$f_{m,k,reg}$	45.2			33.0		

Tableau 6: valeurs regroupées de la résistance caractéristique à la flexion

5.7 Types de rupture

Le graphique suivant illustre la part (en %) des types de rupture en fonction des séries observée lors des essais. Evidemment, la rupture dans les entures concerne uniquement les carrelots aboutés.

La rupture de type 1 (flexion) est dominante pour tous les carrelots en bois massif. La rupture de type 2 (cisaillement) est marginale avec au total 8 échantillons.



Graph 15: part en % des types de rupture en fonction des séries d'essais

L'analyse du type de rupture des carrelots aboutés apporte une information. La rupture de type 3 (entures) est dominante pour ce produit dans toutes les séries hormis celle de l'entreprise Hunkeler. Rappelons que cette dernière possède une résistance à la flexion supérieure à celle des séries des autres producteurs. On peut donc conclure que la performance mécanique des entures de l'entreprise Hunkeler est supérieure aux autres producteurs et qu'elle influence la résistance à la flexion.

5.8 Classement des résultats selon SN EN 338 [2]

Le classement des résultats de ce projet en fonction des critères de la norme SN EN 338 [2] est très problématique. Cette norme est conçue pour le bois massif utilisé dans les structures porteuses des bâtiments. Donc, cette définition exclue les carrelets aboutés. Les critères de triage du bois de construction diffèrent fortement de ceux du bois de menuiserie. Rappelons que dans ce dernier, quasi tous les défauts sont éliminés. Par conséquent, l'outil de classification et ses critères que représente la norme SN EN 338 [2] ne sont pas adaptés aux carrelets testés dans le cadre de ce projet.

Les résultats de ce projet sans tenir compte du classement de la norme SN EN 338 [2] sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Produits	Séries	Masse volumique ρ_k (kg/m ³)	Résistance caractéristique à la flexion $f_{m,k}$ (N/mm ²)	Module d'élasticité $E_{0,mean}$ (N/mm ²)
Carrelets aboutés (kz)	121, 222, 321, 322	350 (352)	30 (33)	13000 (13470)
Carrelets massifs	111, 212, 311, 312	380 (379)	45 (45)	13000 (13480)

Tableau 7: résumé des résultats des essais

Si l'on considère le classement de la norme SN EN 338 [2], les deux produits sont catégorisés en fonction de la masse volumique de la manière suivante :

Produits	Classes de résistance selon SN EN 338	Masse volumique ρ_k (kg/m ³)	Résistance caractéristique à la flexion $f_{m,k}$ (N/mm ²)	Module d'élasticité $E_{0,mean}$ (N/mm ²)
Carrelets aboutés (kz)	C24	350	24	11000
Carrelets massifs	C30	380	30	12000

Tableau 8: classement des résultats de projet en fonction des critères de la norme SN EN 338 [2]

La masse volumique qui a été mesurée lors des essais est faible, elle pénalise les deux autres propriétés mécaniques dans la classification. Si on ne tiendrait pas compte de ce critère, les carrelets aboutés seraient dans la C30 et ceux massifs dans la classe C40.

6 SYNTHÈSE ET CONCLUSION

Tout d'abord rappelons que les produits testés dans ce projet n'ont pas subi préalablement de triage spécifique visant à optimiser les caractéristiques mécaniques. Ils proviennent de la production quotidienne de ce type de carrelets. Les critères de triage sont conformes à la directive « Richtlinie 02/2001 [8] ». L'aspect esthétique du produit, la direction des cernes et l'élimination des défauts sont les critères principaux de ce type de triage. Dans cette directive, la masse volumique humide ($u = 12\%$) doit être supérieure à 350 kg/m^3 pour les résineux. Toutes les séries d'essais répondent à cette exigence (cf. graph 12). L'échantillonnage étant relativement important, les résultats de ce projet caractérisent bien les propriétés mécaniques de ces produits. Cette remarque n'est valable que pour les trois producteurs suisses qui ont collaboré à cette recherche et pour une section de bois de $100/70 \text{ mm (b/h)}$.

Les carrelets massifs de qualité A présentent de très bonnes propriétés mécaniques avec une résistance caractéristique à la flexion de 40 N/mm^2 et un module d'élasticité d'env. 13000 N/mm^2 . La résistance à la flexion des carrelets aboutés de qualité A est moins bonne avec une valeur caractéristique d'env. 30 N/mm^2 . En effet, dans ce type de produit, la rupture se situe dans les assemblages à entures (point faible). La qualité des entures joue un rôle prépondérant dans la résistance mécanique et vraisemblablement l'entreprise Hunkeler produit des assemblages plus performants (cf. graph 14). À ce titre, la directive « Richtlinie 02/2001 [8] » exige une valeur à la rupture supérieure à 35 N/mm^2 . Hormis quelques éprouvettes de la série 322, cette limite est respectée par tous les échantillons. Chez les producteurs Hunkeler et Brühwiler, l'aboutage des carrelets n'influence que peu le module d'élasticité (cf. graph 13). Par contre, pour le 3^{ème} producteur, les carrelets à entures ont un module d'élasticité inférieur d'env. 1000 N/mm^2 à celui des bois massifs.

Rappelons que l'objectif principal de ce projet est de déterminer les valeurs de dimensionnement des carrelets de menuiserie. Le classement du bois selon la norme SN EN 338 [2] pénalise le bois de menuiserie. La masse volumique qui a été mesurée est relativement faible par rapport aux exigences de cette norme. Cela ne permet pas de classer le bois selon les propriétés mécaniques, c'est la masse volumique qui détermine la classe (cf. tableau 8).

De plus, la norme SN EN 338 [2] classe uniquement le bois le massif (de construction). À cause de leur structure, les carrelets aboutés ne correspondent pas à cette catégorie de matériau, mais plutôt à un produit dérivé du bois. Par conséquent, l'utilisation de cette norme pour le classement des carrelets aboutés soulève quelques interrogations notamment au niveau de la nomenclature et des exigences.

Les méthodes non destructives utilisées pour mesurer le module d'élasticité sont particulièrement performantes, aussi pour les carrelets aboutés (cf. graph. 1 à 3).

La corrélation entre la masse volumique et le module d'élasticité est relative avec un coefficient de 0.55 pour l'ensemble des échantillons. Par contre, la corrélation entre la masse volumique et la résistance à la flexion est faible. Cette observation contrarie le modèle de la norme SN EN 338 [2] qui donne une relation entre la masse volumique et la résistance à la flexion. Cette observation est intéressante et elle devrait être étudiée plus en détail.

Les carrelets lamellés collés à entures (1) n'ont pas été testés dans le cadre de ce projet. Ce produit a été testé par l'institution Holzforschung Austria « HFA ». Les résultats de cette étude peuvent s'obtenir auprès de cet établissement.

En fonction de ces résultats, les activités de recherches futures devraient se concentrer sur les points suivants :

- Améliorer la résistance des aboutages à entures multiples pour carrelets de fenêtre.
- Faire une étude sur la corrélation entre la masse volumique et la résistance à la flexion pour ce type de matériau.
- Adapter le document « Richtlinie 02/2001 [8] » dans l'optique de garantir les performances mécaniques des carrelets de menuiserie.
- Une méthode de classement doit être élaborée pour les carrelets de menuiserie.

Les carrelets de menuiserie possèdent d'excellentes propriétés mécaniques. Ce projet le démontre, il devrait ouvrir de nouvelles perspectives dans le domaine de la façade extérieure. Mais aussi dans d'autres domaines de la construction, par exemple dans les structures en bois.

Notations

A	Aire de la section (en mm^2)
a	Distance entre un point de chargement et l'appui le plus proche, essais en flexion (en mm)
b	Largeur de la section de l'éprouvette (en mm)
$E_{m,g}$	Module global d'élasticité en flexion (en N/mm^2)
$E_{0,mean}$	Valeur caractéristique du module d'élasticité axial (en N/mm^2)
F_{max}	Force maximale (force ultime juste avant la rupture du bois) (en kN)
$F_{max,est}$	Force maximale estimée (en kN)
$f_{m,k}$	Valeur caractéristique (fractile 5%) de la résistance à la flexion du bois (en N/mm^2)
f_m	Résistance maximale à la flexion (résistance ultime juste avant la rupture du bois) (en N/mm^2)
G	Module de cisaillement (en N/mm^2)
h	Hauteur de la section de l'éprouvette (en mm)
I	Moment d'inertie de la section (en mm^4)
k_h	Coefficient d'ajustement de $f_{m,k}$ lorsque h est différent de 150 mm
k_l	Coefficient d'ajustement de la longueur
k_s	Coefficient d'ajustement du nombre et de la taille des échantillons
L	Portée (distance entre deux appuis) (en mm)
M_{max}	Moment maximal (juste avant la rupture du bois) (en kNm)
n	Nombre d'éprouvettes contenues dans un échantillon
u	Humidité du bois (en %)
w	Déformation verticale, flèche (en mm)
w_1	déformation verticale lorsque $0.1F_{max,est}$ est atteinte (mm)
w_2	déformation verticale lorsque $0.4F_{max,est}$ est atteinte (mm)
ρ	Masse volumique (en kg/m^3)
$\rho_{(u=12\%)}$	Masse volumique corrigée à 12 % d'humidité du bois (en kg/m^3)
ρ_k	Masse volumique caractéristique (en kg/m^3)

7 CONVENTIONS DU PRÉSENT RAPPORT

Ce rapport ne peut être reproduit sans l'autorisation de la Haute école spécialisée bernoise Architecture, bois et génie civil. Toute publication du rapport ou d'une partie du rapport nécessite une autorisation écrite de la Haute école spécialisée bernoise Architecture, bois et génie civil. Un original de ce rapport sera archivé pendant une durée de 5 ans. Ce rapport n'est valable qu'avec l'apposition des signatures du responsable R+D et de la personne responsable du dossier.

7.1 Nombre de pages

Ce rapport contient 42 pages, sans les annexes.

8 RÉFÉRENCES

8.1 Illustrations

Figure 1 : système statique considéré lors des essais.....10

Figure 2: illustrations des trois types de rupture12

8.2 Graphiques

Graph 1: corrélation entre la mesure non destructive VISCAN et le module d'élasticité en flexion $E_{m,g}$14

Graph 2: corrélation entre la mesure non destructive SYLVATEST et le module d'élasticité en flexion $E_{m,g}$14

Graph 3: corrélation entre la mesure non destructive TIMBERGRAD et le module d'élasticité en flexion $E_{m,g}$ 15

Graph 4: corrélation entre la masse volumique humide et celle anhydre15

Graph 5: corrélation entre la masse volumique humide et le module d'élasticité16

Graph 6: corrélation entre la masse volumique humide et la résistance à la flexion16

Graph 7: corrélation entre la résistance à la flexion et le module d'élasticité en flexion17

Graph 8: carrelots massifs - corrélation entre la masse volumique humide et le module d'élasticité en flexion17

Graph 9: carrelots aboutés - corrélation entre la masse volumique humide et le module d'élasticité en flexion.....18

Graph 10: carrelots massifs - corrélation entre la masse volumique humide et la résistance à la flexion.....18

Graph 11: carrelots aboutés - corrélation entre la masse volumique humide et la résistance à la flexion19

Graph 12: masse volumique corrigée à une humidité du bois (u) de 12%.....19

Graph 13: module d'élasticité en flexion20

Graph 14: résistance caractéristique à la flexion21

Graph 15: part en % des types de rupture en fonction des séries d'essais22

8.3 Tableaux

Tableau 1:a) descriptions des éprouvettes et de leur provenance ; b) numérotation et nombres des éprouvettes ..6

Tableau 2: machines et appareils de mesure7

Tableau 3: critères de classement des classes C24 à C35 selon SN EN 338 [2].....12

Tableau 4: valeurs regroupées de la masse volumique caractéristique ($u = 12\%$).....20

Tableau 5: valeurs regroupées du module d'élasticité.....21

Tableau 6: valeurs regroupées de la résistance caractéristique à la flexion.....22

Tableau 7: résumé des résultats des essais.....23

Tableau 8: classement des résultats de projet en fonction des critères de la norme SN EN 338 [2]23

8.4 Littératures

- [1] SN EN 408 (2010): Structures en bois - Bois de structure et bois lamellé-collé - Détermination de certaines propriétés physiques et mécaniques
- [2] SN EN 338 (2009): Bois de structure – Classe de résistance
- [3] SN EN 384 (2010): Structures en bois – Déterminations des valeurs caractéristiques des propriétés mécaniques et de la masse volumique
- [4] SN EN 14358 (2006): Structures en bois - Détermination des valeurs correspondant au fractile à 5% d'exclusion inférieure et critères d'acceptation pour un échantillon
- [5] DIN 52 182 (1976): Essais du bois ; détermination de la masse volumique
- [6] DIN 52 183 (1977): Essai du bois ; détermination de l'humidité
- [7] DIN 52 180 (1977): Essais des bois ; échantillonnage, principes
- [8] Richtlinie 02/2001: Massive, keilgezinkte und lamellierte Profile für Holzfenster, Anforderungen und Prüfung
- [9] SIA 265 (2003): Constuction en bois
- [10] SIA 331 (2012): Fenêtres et portes-fenêtres
- [11] SIA 329 (2012): Façades rideaux
- [12] M. Vogel et al. (2009): Überprüfungsmethoden geschädigter Holzkonstruktionen, Forschungsbericht Nr. 2706-SB-01, Haute école spécialisée bernoise

ANNEXE A: RESULTATS DES MESURES NON DESTRUCTIVES

Densité (Masse /(L*b*h) de la totalité de l'éprouvette

Masse volumique en kg/m ³	Masse volumique humide (masse/(L*b*h) de l'ensemble de l'éprouvette)													
	Masse volumique en kg/m ³	111 massif	121 kz	212 massif	222 kz	311 massif	312 massif	321 kz	322 kz	331 kz Euro	332 kz Euro	341 Thermo	351 Etuvé	361 kz thermo
	n	50	50	50	50	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	valeur maximum	519	502	485	507	507	531	433	446	495	431	462	448	452
	x (moyenne)	451	446	425	435	420	424	400	409	415	406	415	410	418
	valeur minimum	387	263	392	370	339	358	372	369	388	377	372	353	398
	s (écart type)	33	24	19	30	49	43	15	16	24	17	24	31	13
	v	7.3	5.3	4.6	6.9	11.6	10.0	3.7	3.9	5.7	4.1	5.8	7.7	3.1
	médiane	446	442	426	433	412	426	403	408	414	410	408	419	414

Méthode de mesure : SYLVATEST

Module d'élasticité en flexion en N/mm ²	SYLVATEST													
	Module d'élasticité en N/mm ²	111 massif	121 kz	212 massif	222 kz	311 massif	312 massif	321 kz	322 kz	331 kz Euro	332 kz Euro	341 Thermo	351 Etuvé	361 kz thermo
	n	50	50	50	50	25	24	25	25	25	24	25	25	25
	valeur maximum	20113	20336	20310	28335	19856	20880	15901	16395	19071	18427	19755	18370	18166
	x (moyenne)	16051	17010	15947	16969	15353	15606	13744	14131	14201	13609	15619	14974	16288
	valeur minimum	11530	14262	9710	12328	11757	11880	12389	12774	12300	11220	10723	12496	13621
	s (écart type)	2034	1333	1953	2608	2352	2659	834	904	1470	1402	1907	1590	1099
	v (%)	12.7	7.8	12.2	15.4	15.3	17.0	6.1	6.4	10.4	10.3	12.2	10.6	6.7
	médiane	15731	16836	16355	16484	14755	15139	13817	14109	13715	13487	16021	15008	16336

Méthode de mesure : TIMBERGRADER

Module d'élasticité en flexion en N/mm ²	TIMBERGRADER													
	Module d'élasticité en N/mm ²	111 massif	121 kz	212 massif	222 kz	311 massif	312 massif	321 kz	322 kz	331 kz Euro	332 kz Euro	341 Thermo	351 Etuvé	361 kz thermo
	n	50	50	50	50	25	25	25	25	25	24	25	25	25
	valeur maximum	15966	15496	16298	17973	15890	17461	12515	13449	14896	12820	15611	14790	15032
	x (moyenne)	12983	13536	12771	13114	12319	12469	10949	11165	10883	10390	12437	12003	13036
	valeur minimum	8458	9932	7439	9185	9405	9140	9399	9212	9181	8693	8489	9036	10589
	s (écart type)	1653	1354	1687	1950	1959	2342	830	1093	1427	959	1564	1490	1187
	v	12.7	10.0	13.2	14.9	15.9	18.8	7.6	9.8	13.1	9.2	12.6	12.4	9.1
	médiane	12858	13559	12984	12936	11779	11961	10961	10745	10310	10584	12293	11795	13064

Méthode de mesure : VISCAN

Module d'élasticité en flexion en N/mm ²	VISCAN													
	Module d'élasticité en N/mm ²	111 massif	121 kz	212 massif	222 kz	311 massif	312 massif	321 kz	322 kz	331 kz Euro	332 kz Euro	341 Thermo	351 Etuvé	361 kz thermo
	n	50	50	50	47	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	valeur maximum	16993	16467	17469	19136	16824	18283	13334	14358	15928	13787	16638	15752	16038
	x (moyenne)	13896	14328	13666	13964	13022	13118	11734	11914	11607	11217	13277	12761	13944
	valeur minimum	9070	10642	7970	9859	9880	9738	10051	9860	9839	9260	9620	9587	11338
	s (écart type)	1804	1387	1810	2118	2062	2427	885	1141	1456	1148	1607	1594	1260
	v	13.0	9.7	13.2	15.2	15.8	18.5	7.5	9.6	12.5	10.2	12.1	12.5	9.0
	médiane	13724	14345	13905	13680	12432	12602	11718	11785	11078	11419	13053	12616	13978

ANNEXE B: RESULTATS DES ESSAIS EN FLEXION

Masse volumique humide

Masse volumique humide $\rho_{(u=12\%)}$ en kg/m ³	Masse volumique en kg/m ³	111 massif	121 kz	212 massif	222 kz	311 massif	312 massif	321 kz	322 kz	331 kz Euro	332 kz Euro	341 Thermo	351 Etuvé	361 kz thermo
	n	50	48	46	48	25	24	21	24	25	23	25	25	17
	ρ mean (EN SN 338)	474	435	470	409	410	433	421	429	430	426	458	428	431
	valeur maximum	508	566	492	513	521	478	467	482	500	495	499	474	469
	Moyenne $\rho_{(u=12\%)}$	452	434	426	422	418	418	396	403	403	399	427	417	411
	valeur minimum	376	345	377	335	328	357	333	350	356	343	380	342	341
	Masse volumique ρ_{05}	395	362	392	341	342	361	350	358	358	355	382	357	359
	s (écart type)	35	49	24	45	49	38	39	30	36	30	33	39	35
	v	8%	11%	6%	13%	14%	11%	11%	8%	10%	8%	9%	11%	10%
	Mediane	455	430	423	421	425	420	394	405	398	400	430	429	410

Masse volumique anhydre

Masse volumique anhydre ρ_0 en kg/m ³	Masse volumique anhydre en kg/m ³	111 massif	121 kz	212 massif	222 kz	311 massif	312 massif	321 kz	322 kz	331 kz Euro	332 kz Euro	341 Thermo	351 Etuvé	361 kz thermo
	n	50	48	46	48	25	50	21	24	25	23	25	25	17
	valeur maximum	482	536	474	492	504	456	440	446	470	471	468	450	446
	Moyenne ρ_0	429	412	404	400	397	395	376	372	378	376	401	391	388
	valeur minimum	354	324	358	316	309	336	333	318	333	322	355	324	319
	s (écart type)	35	49	24	45	48	37	33	27	34	30	32	36	34
	v	8%	12%	6%	11%	12%	9%	9%	7%	9%	8%	8%	9%	9%
	Mediane	432	412	403	401	400	395	371	375	374	376	405	402	386

Module d'élasticité en flexion

Module d'élasticité en flexion en N/mm ²	Module d'élasticité en N/mm ²	111 massif	121 kz	212 massif	222 kz	311 massif	312 massif	321 kz	322 kz	331 kz Euro	332 kz Euro	341 Thermo	351 Etuvé	361 kz thermo
	n	50	48	46	48	25	24	21	24	25	23	25	25	17
	valeur maximum	15814	15104	15467	17195	15385	15305	11951	12967	14679	12617	14909	14085	14722
	x (moyenne)	12916	13226	12422	13088	12035	11924	10771	11003	10888	10301	12122	11572	12462
	valeur minimum	8638	10276	7450	9412	9361	9080	9351	9218	9732	8787	8746	9108	10834
	s (écart type)	1511	1168	1678	1757	1801	1957	655	985	1194	946	1429	1374	1024
	v	12%	9%	14%	13%	15%	16%	6%	9%	11%	9%	12%	12%	8%
	médiane	12847	13273	12536	12803	11648	11561	10716	10605	10393	10500	11866	11539	12081
	$E_{0,mean}$	14101	14504	13459	14324	12955	12811	11313	11614	11465	10701	13068	12353	13511

Résistance à la flexion

Résistance à la flexion en N/mm ²	Résistance à la flexion en N/mm ²	111 massif	121 kz	212 massif	222 kz	311 massif	312 massif	321 kz	322 kz	331 kz Euro	332 kz Euro	341 Thermo	351 Etuvé	361 kz thermo
	n	50	48	46	48	25	24	21	24	25	23	25	25	17
	valeur maximum	92.0	72.0	120.7	63.2	89.4	89.3	53.3	49.7	57.3	47.6	81.5	82.1	58.3
	x (moyenne)	67.8	51.9	69.6	45.5	67.6	67.0	41.5	40.4	38.5	39.7	59.2	65.5	39.7
	valeur minimum	41.3	38.1	35.3	33.7	44.5	44.0	35.1	31.2	17.5	31.9	31.5	37.4	17.2
	s (écart type)	12.0	8.4	13.8	7.1	11.8	10.3	5.5	5.5	8.1	3.9	15.1	9.9	12.1
	v	18%	16%	20%	16%	17%	15%	13%	14%	21%	10%	26%	15%	30%
	médiane	71.4	50.9	70.3	44.9	65.8	66.3	40.3	41.5	38.5	39.6	66.6	65.4	43.0
	ks	1.810	1.810	1.825	1.817	1.900	1.900	1.930	1.900	1.900	1.915	1.900	1.900	1.960
	fm,k sans kl	47.2	38.4	46.8	34.0	47.5	49.1	32.3	30.6	24.0	32.8	33.0	46.9	18.4
	fm,k	47.8	38.9	47.4	34.5	48.1	49.8	32.8	31.1	24.4	33.3	33.4	47.6	18.7

Série 111

N° de la série	N° de l'éprouvette	Section nominale		Section réelle			Masse volumique			Humidité			Résistance				Rigidité		
		b	h	L	b	h	r _u	r _o	r _u (corrigé)	u Gann	u	delta u à 12%	Fmax	Mmax	f _{m,max}	f _{m,max} / KI	E _{m,g}	E _{m,g} (corrigé sur u)	E _{m,g} * (corrigé sur u)
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m3]	[kg/m3]	[kg/m3]	[%]	[%]	[%]	[kN]	[kNm]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]
111	1	100	70	1649	100.5	70.66	377.3	359.0	382.7	11.0	9.2	-2.8	21.4	5.4	65.5	66.4	10479	10182	9865
111	2	100	70	1649	100.3	70.33	444.8	425.9	450.2	11.4	9.6	-2.4	25.0	6.3	76.6	77.7	13468	13141	12619
111	3	100	70	1649	100.4	70.38	410.2	394.8	415.9	11.2	9.2	-2.8	21.6	5.4	66.2	67.1	13674	13298	12764
111	4	100	70	1649	100.2	70.54	437.2	422.9	442.8	11.0	9.5	-2.5	21.1	5.3	64.6	65.5	12805	12479	12008
111	5	100	70	1649.5	100.2	70.58	473.1	451.8	478.8	11.9	9.6	-2.4	16.6	4.2	50.9	51.6	12233	11937	11505
111	6	100	70	1649.5	100.1	70.48	449.2	431.3	455.3	11.1	9.3	-2.7	20.1	5.0	61.5	62.3	13488	13120	12600
111	7	100	70	1649.5	100.4	70.45	442.1	424.5	447.9	10.7	9.4	-2.6	23.3	5.8	71.4	72.4	13894	13529	12977
111	8	100	70	1650.5	100.3	70.65	462.4	442.6	468.4	11.8	9.4	-2.6	24.0	6.0	73.3	74.4	12545	12220	11768
111	9	100	70	1650.5	100.4	70.33	470.6	450.3	476.6	10.7	9.5	-2.5	20.6	5.1	63.0	63.9	13638	13293	12759
111	10	100	70	1650	100.2	70.5	399.7	383.3	404.8	11.4	9.4	-2.6	24.3	6.1	74.4	75.5	14201	13839	13261
111	11	100	70	1648.5	100.5	70.5	463.3	446.3	469.9	11.3	9.1	-2.9	15.9	4.0	48.8	49.5	14174	13767	13195
111	12	100	70	1649.5	100.0	70.43	401.3	381.0	406.9	12.2	9.2	-2.8	23.9	6.0	73.3	74.3	13707	13324	12788
111	13	100	70	1650	100.1	70.41	398.9	382.2	403.8	11.8	9.6	-2.4	24.0	6.0	73.3	74.3	13172	12852	12352
111	14	100	70	1650.5	100.5	70.41	464.4	446.9	471.7	11.6	8.8	-3.2	13.5	3.4	41.3	41.8	14352	13899	13317
111	15	100	70	1650	100.4	70.39	462.8	443.7	470.5	11.1	8.7	-3.3	16.9	4.2	51.6	52.3	12888	12457	11987
111	16	100	70	1650	100.4	70.42	496.2	482.3	503.6	11.2	9.0	-3.0	25.7	6.4	78.8	79.9	16789	16287	15493
111	17	100	70	1650.5	100.4	70.52	495.7	479.0	502.5	12.0	9.2	-2.8	24.3	6.1	74.4	75.5	16520	16060	15288
111	18	100	70	1650	100.5	70.51	405.5	384.9	411.2	11.1	9.2	-2.8	25.3	6.3	77.6	78.7	13412	13036	12522
111	19	100	70	1650.5	100.1	70.37	471.0	448.8	476.3	11.1	9.7	-2.3	21.6	5.4	66.0	66.9	12253	11976	11541
111	20	100	70	1650.5	100.1	70.31	430.8	417.4	436.2	11.4	9.5	-2.5	22.6	5.7	69.3	70.2	13844	13493	12944
111	21	100	70	1650	100.3	70.27	492.8	478.0	498.6	12.1	9.6	-2.4	26.0	6.5	79.5	80.6	16314	15929	15169
111	22	100	70	1650	100.4	70.48	501.7	482.3	508.3	12.4	9.4	-2.6	24.4	6.1	74.8	75.9	15578	15172	14481
111	23	100	70	1650.5	100.4	70.54	417.0	400.7	422.7	11.6	9.3	-2.7	23.3	5.8	71.4	72.4	13832	13453	12907
111	24	100	70	1651	100.4	70.5	482.1	465.7	488.1	11.4	9.5	-2.5	22.9	5.7	70.1	71.1	13493	13154	12632
111	25	100	70	1650	100.1	70.21	488.4	472.5	493.7	12.0	9.8	-2.2	21.7	5.4	66.4	67.3	16332	15975	15211
111	26	100	70	1650	100.4	70.85	449.6	434.6	455.1	11.5	9.5	-2.5	23.4	5.9	71.7	72.7	13479	13147	12624
111	27	100	70	1650.5	100.1	70.44	421.4	401.2	426.4	11.2	9.6	-2.4	24.2	6.1	74.2	75.2	11006	10743	10392
111	28	100	70	1650.5	100.3	70.3	384.6	369.6	390.3	12.0	9.0	-3.0	23.4	5.8	71.6	72.6	9151	8879	8638
111	29	100	70	1650.5	100.1	70.51	450.3	433.1	455.7	11.9	9.6	-2.4	27.1	6.8	83.0	84.1	14715	14364	13743
111	30	100	70	1651	100.2	70.36	423.9	408.8	429.9	11.3	9.2	-2.8	26.5	6.6	81.2	82.3	13446	13064	12548
111	31	100	70	1650	100.1	70.16	469.5	454.3	475.6	11.3	9.4	-2.6	19.3	4.8	59.0	59.8	15082	14692	14043
111	32	100	70	1650	100.4	70.33	460.6	443.9	467.1	11.3	9.2	-2.8	15.8	4.0	48.4	49.1	14320	13917	13333
111	33	100	70	1650	100.1	70.48	499.7	478.9	506.3	11.1	9.3	-2.7	18.0	4.5	55.2	55.9	12461	12131	11685
111	34	100	70	1650.5	100.3	70.29	435.9	422.8	441.0	11.6	9.7	-2.3	24.9	6.2	76.2	77.3	13889	13564	13009
111	35	100	70	1650	100.2	70.42	404.1	387.6	409.9	11.5	9.1	-2.9	25.6	6.4	78.4	79.4	13427	13042	12528
111	36	100	70	1650.5	100.0	70.14	421.4	402.1	427.3	10.5	9.2	-2.8	24.8	6.2	75.8	76.9	13920	13530	12977
111	37	100	70	1651	100.4	70.63	434.0	418.1	440.3	10.4	9.1	-2.9	25.1	6.3	76.8	77.9	14036	13628	13068
111	38	100	70	1650.5	100.3	70.71	411.0	389.6	417.3	10.4	8.9	-3.1	24.4	6.1	74.6	75.6	12702	12308	11850
111	39	100	70	1650.5	100.4	70.32	457.1	440.2	463.5	11.0	9.2	-2.8	20.7	5.2	63.2	64.1	14746	14333	13715
111	40	100	70	1648	100.3	69.95	489.3	471.4	495.0	11.9	9.7	-2.3	13.7	3.4	41.8	42.4	15236	14878	14213
111	41	100	70	1650.5	100.3	70.26	477.8	464.9	483.9	12.4	9.4	-2.6	15.3	3.8	47.0	47.6	15796	15392	14681
111	42	100	70	1651.5	100.3	70.34	497.7	480.9	502.6	12.5	10.0	-2.0	19.5	4.9	59.8	60.6	16973	16642	15814
111	43	100	70	1650.5	100.3	70.31	370.4	354.3	376.0	10.9	9.0	-3.0	14.9	3.7	45.7	46.4	11176	10840	10482
111	44	100	70	1650.5	100.3	70.05	394.9	377.5	400.2	10.9	9.3	-2.7	22.6	5.6	69.1	70.0	10679	10393	10064
111	45	100	70	1650.5	100.4	70.48	437.3	421.0	443.8	11.1	9.1	-2.9	29.7	7.4	90.9	92.1	15956	15488	14768
111	46	100	70	1651.5	100.4	70.38	463.1	448.8	469.3	11.0	9.3	-2.7	20.5	5.1	62.6	63.5	15488	15072	14390
111	47	100	70	1650.5	100.4	70.46	481.5	465.5	488.1	11.3	9.3	-2.7	17.9	4.5	54.8	55.5	15234	14817	14157
111	48	100	70	1651.5	100.3	70.36	470.7	455.0	477.3	11.0	9.2	-2.8	30.1	7.5	92.0	93.3	15935	15488	14768
111	49	100	70	1651.5	99.9	70.3	432.1	413.7	438.4	11.8	9.1	-2.9	24.3	6.1	74.4	75.4	12909	12532	12057
111	50	100	70	1650	99.9	70.37	440.2	418.6	446.2	11.2	9.3	-2.7	25.5	6.4	78.1	79.2	13166	12810	12313

*Module de cisaillement est considéré comme infiniment grand

Série 121

N° de la série	N° de l'éprouvette	Section nominale		Section réel			Masse volumique			Humidité			Résistance				Rigidité		
		b	h	L	b	h	r _u	r _o	r _u (corrigé)	u Gann	u	delta u à 12%	Fmax	Mmax	f _{m,max}	f _{m,max} / KI	E _{m,g}	E _{m,g} (corrigé sur u)	E _{m,g} * (corrigé sur u)
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m3]	[kg/m3]	[kg/m3]	[%]	[%]	[%]	[kN]	[kNm]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]
121	52	100	70	1675	100.2	70.06	433.6	413.2	437.8	11.4	10.1	-1.9	17.3	4.3	52.8	53.6	13970	13702	13136
121	53	100	70	1691	100.1	69	497.4	483.5	501.0	13.1	10.5	-1.5	19.9	5.0	61.0	61.8	15510	15284	14582
121	54	100	70	1671	99.9	69.21	394.6	376.9	398.1	13.0	10.2	-1.8	16.7	4.2	51.3	52.0	14375	14120	13520
121	55	100	70	1656.5	100.4	69.6	372.5	352.3	376.5	12.2	9.8	-2.2	15.5	3.9	47.3	48.0	11822	11568	11162
121	56	100	70	1663.5	100.3	69.67	445.6	429.6	450.4	13.2	9.9	-2.1	18.5	4.6	56.7	57.5	15879	15538	14814
121	57	100	70	1664.5	100.2	69.82	495.7	474.3	499.6	11.9	10.4	-1.6	18.9	4.7	57.8	58.6	15325	15082	14398
121	58	100	70	1656.5	100.1	69.69	422.8	396.2	426.5	13.0	10.3	-1.7	15.9	4.0	48.7	49.4	13306	13074	12557
121	59	100	70	1661	100.0	69.9	358.9	338.6	362.1	12.0	10.2	-1.8	17.4	4.4	53.3	54.1	12333	12115	11670
121	60	100	70	1683.5	100.2	69.74	475.5	455.9	480.4	11.8	9.9	-2.1	14.4	3.6	44.1	44.7	14245	13952	13365
121	61	100	70	1675	100.2	69.51	397.9	375.7	401.5	11.8	10.1	-1.9	14.2	3.6	43.6	44.2	11682	11466	11067
121	62	100	70	1682	99.7	69.38	382.8	367.5	386.1	11.7	10.3	-1.7	16.3	4.1	49.9	50.6	12858	12634	12151
121	63	100	70	1681	100.3	69.95	418.8	397.1	423.0	13.0	10.0	-2.0	19.2	4.8	58.8	59.6	13261	12996	12485
121	64	100	70	1658.5	101.0	69.6	479.4	463.3	483.6	12.1	10.2	-1.8	20.4	5.1	62.4	63.3	15247	14976	14302
121	65	100	70	1678.5	100.3	69.46	485.9	464.2	489.2	12.2	10.6	-1.4	18.8	4.7	57.7	58.5	12905	12728	12238
121	66	100	70	1674.5	100.3	69.1	388.0	371.8	393.1	12.4	9.4	-2.6	12.7	3.2	39.0	39.6	10905	10620	10276
121	67	100	70	1681	100.1	69.43	382.4	460.9	385.8	12.2	10.2	-1.8	17.6	4.4	54.0	54.8	13541	13302	12767
121	68	100	70	1675	100.1	69.78	422.6	408.3	428.0	13.3	9.4	-2.6	14.4	3.6	44.1	44.7	14405	14033	13439
121	69	100	70	1677	100.2	69.45	419.4	404.5	424.8	12.7	9.4	-2.6	18.3	4.6	56.1	56.9	15052	14666	14019
121	70	100	70	1682.5	100.0	69.67	474.3	450.0	477.9	12.1	10.5	-1.5	23.5	5.9	72.0	73.0	16101	15858	15104
121	71	100	70	1687.5	100.3	69.97	483.8	468.7	487.9	13.0	10.3	-1.7	13.9	3.5	42.5	43.1	14230	13987	13397
121	72	100	70	1681.5	100.2	69.51	412.1	395.9	415.5	13.1	10.3	-1.7	18.4	4.6	56.3	57.1	13341	13118	12598
121	73	100	70	1655	99.8	69.5	368.9	344.7	372.1	12.2	10.3	-1.7	15.8	4.0	48.5	49.2	12591	12371	11908
121	74	100	70	1665.5	100.0	69.41	498.4	469.2	501.0	14.1	11.0	-1.0	21.7	5.4	66.3	67.3	14774	14623	13980
121	75	100	70	1655	100.3	70.02	563.1	536.5	566.0	13.6	11.0	-1.0	17.0	4.2	51.9	52.6	15209	15054	14373
121	76	100	70	1673.5	100.1	69.79	479.5	463.3	483.3	12.6	10.4	-1.6	21.0	5.2	64.3	65.2	15433	15191	14498
121	77	100	70	1657.5	100.3	69.97	439.1	421.8	442.5	12.5	10.4	-1.6	22.6	5.7	69.3	70.3	15959	15709	14969
121	79	100	70	1654.5	100.3	69.83	432.1	412.5	434.4	11.8	10.9	-1.1	13.4	3.4	41.2	41.7	14081	13929	13344
121	80	100	70	1650	100.2	70.34	364.2	346.9	368.4	12.5	9.7	-2.3	13.7	3.4	41.9	42.5	13950	13624	13064
121	81	100	70	1655.5	100.6	69.78	348.9	332.8	352.4	11.7	10.0	-2.0	12.5	3.1	38.1	38.7	13586	13313	12778
121	82	100	70	1659	100.2	69.35	482.1	464.4	487.3	12.1	9.9	-2.1	13.7	3.4	41.9	42.5	13485	13196	12670
121	83	100	70	1657.5	100.3	69.07	341.4	324.3	345.3	12.9	9.7	-2.3	16.7	4.2	51.0	51.7	13289	12985	12475
121	84	100	70	1657.5	100.5	68.97	457.1	427.7	460.3	13.2	10.6	-1.4	17.9	4.5	54.9	55.6	13349	13160	12637
121	85	100	70	1653.5	100.1	69.28	474.1	456.1	479.3	12.5	9.8	-2.2	17.9	4.5	54.7	55.5	15000	14671	14024
121	86	100	70	1659.5	100.0	68.4	401.5	383.9	405.9	13.5	9.8	-2.2	14.0	3.5	42.8	43.4	13344	13053	12538
121	87	100	70	1670.5	100.4	69.66	457.5	440.2	461.7	12.1	10.2	-1.8	15.9	4.0	48.6	49.3	15175	14900	14233
121	88	100	70	1687.5	100.0	69.84	426.8	411.6	431.3	12.6	9.9	-2.1	13.0	3.2	39.7	40.2	14802	14489	13857
121	89	100	70	1658	100.2	70.01	382.8	362.2	387.0	12.7	9.8	-2.2	14.9	3.7	45.7	46.4	13135	12844	12346
121	90	100	70	1664.5	100.1	69.18	456.2	434.3	460.1	13.4	10.3	-1.7	14.1	3.5	43.3	43.9	14808	14558	13920
121	91	100	70	1679	100.1	69.32	452.3	438.1	456.2	12.2	10.3	-1.7	19.4	4.8	59.3	60.1	15171	14915	14246
121	92	100	70	1652.5	100.0	69.42	380.1	361.7	383.7	13.1	10.1	-1.9	15.8	3.9	48.3	49.0	13124	12874	12373
121	93	100	70	1685.5	100.4	69.48	389.5	366.4	394.1	13.2	9.7	-2.3	15.6	3.9	47.7	48.4	14106	13775	13203
121	94	100	70	1672.5	100.8	69.55	459.9	438.4	465.2	12.6	9.7	-2.3	16.6	4.1	50.8	51.5	12777	12483	12011
121	95	100	70	1672.5	100.2	69.57	402.7	373.6	408.0	12.2	9.4	-2.6	15.4	3.9	47.2	47.9	12360	12033	11594
121	96	100	70	1677	100.8	69.41	358.0	348.4	362.8	12.1	9.3	-2.7	15.0	3.8	45.9	46.6	12990	12638	12155
121	97	100	70	1679	99.9	69.71	422.9	405.5	426.9	12.2	10.1	-1.9	16.6	4.2	50.9	51.6	15767	15470	14752
121	98	100	70	1678.5	99.9	69.59	399.4	373.7	403.7	12.3	9.9	-2.1	19.7	4.9	60.4	61.3	15982	15641	14907
121	99	100	70	1686	100.3	70.08	438.6	420.0	444.3	13.0	9.4	-2.6	19.0	4.8	58.3	59.1	15134	14745	14092
121	100	100	70	1682	100.2	69.67	495.6	481.0	499.8	13.2	10.3	-1.7	21.8	5.5	66.7	67.7	15845	15577	14849

*Module de cisaillement est considéré comme infiniment grand

Série 212

N° de la série	N° de l'éprouvette	Section nominale		Section réel			Masse volumique			Humidité			Résistance				Rigidité		
		b	h	L	b	h	r _u	r _o	r _u (corrigé)	u Gann	u	delta u à 12%	Fmax	Mmax	f _{m,max}	f _{m,max} / K _I	E _{m,g}	E _{m,g} (corrigé sur u)	E _{m,g} * (corrigé sur u)
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m3]	[kg/m3]	[kg/m3]	[%]	[%]	[%]	[kN]	[kNm]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]
212	101	100	70	1659.5	99.6	69.97	445.0	424.9	448.9	12.4	10.3	-1.7	19.8	5.0	60.7	61.5	14650	14395	13771
212	102	100	70	1659.5	99.5	70	438.1	418.8	442.1	12.2	10.2	-1.8	39.4	9.9	120.7	122.4	15092	14815	14155
212	103	100	70	1659.5	100.2	69.99	419.1	402.0	423.0	11.9	10.1	-1.9	26.5	6.6	81.1	82.2	14903	14626	13982
212	104	100	70	1659.5	99.6	70.11	463.9	444.9	467.9	11.1	10.3	-1.7	27.1	6.8	83.1	84.2	14583	14331	13712
212	105	100	70	1659.5	99.7	70.18	440.9	420.8	444.5	11.4	10.4	-1.6	26.5	6.6	81.1	82.2	14660	14421	13795
212	106	100	70	1659.5	99.7	70.06	446.0	430.2	449.7	11.7	10.3	-1.7	26.5	6.6	81.2	82.3	14825	14579	13940
212	107	100	70	1659.5	99.8	70.26	448.6	427.7	453.8	11.6	9.7	-2.3	24.7	6.2	75.6	76.6	12623	12330	11869
212	108	100	70	1659.5	99.9	70.18	435.5	412.2	439.0	11.5	10.4	-1.6	26.3	6.6	80.4	81.5	13849	13628	13068
212	109	100	70	1659.5	99.9	70.01	435.4	414.6	439.1	10.0	10.3	-1.7	25.7	6.4	78.6	79.7	14051	13808	13233
212	110	100	70	1659.5	99.7	70.09	406.6	383.9	410.1	11.7	10.3	-1.7	22.0	5.5	67.3	68.2	12966	12746	12255
212	111																		
212	112	100	70	1659.5	100.0	70.24	418.1	401.0	421.5	11.1	10.4	-1.6	19.9	5.0	60.9	61.7	12581	12376	11912
212	113	100	70	1660	99.8	69.99	399.4	380.0	403.9	10.5	9.8	-2.2	21.3	5.3	65.1	66.0	11873	11606	11197
212	114	100	70	1660	99.9	69.97	397.8	379.5	402.0	10.7	9.9	-2.1	20.8	5.2	63.6	64.5	10793	10563	10223
212	115	100	70	1660	99.8	69.75	390.5	373.0	395.8	10.6	9.3	-2.7	19.8	5.0	60.7	61.6	11640	11321	10932
212	116	100	70	1660	99.8	70.27	421.5	402.7	427.7	11.2	9.1	-2.9	25.5	6.4	78.2	79.3	13316	12924	12419
212	117	100	70	1659.5	99.7	70.26	428.8	410.9	433.1	10.8	10.0	-2.0	23.9	6.0	73.0	74.0	13340	13073	12556
212	118	100	70	1659.5	99.9	70.18	438.6	416.6	442.9	10.3	10.0	-2.0	23.1	5.8	70.8	71.8	14005	13727	13159
212	119	100	70	1660	100.0	70.16	460.2	446.6	465.7	11.8	9.6	-2.4	25.9	6.5	79.2	80.3	14568	14218	13609
212	120																		
212	121																		
212	122	100	70	1659.5	100.1	70.29	409.1	387.8	413.8	9.5	9.7	-2.3	11.5	2.9	35.3	35.8	7809	7629	7450
212	123	100	70	1659.5	100.1	70.31	425.9	407.3	429.6	10.4	10.3	-1.7	16.0	4.0	48.9	49.6	11975	11770	11349
212	124	100	70	1659.5	99.7	70.22	416.1	398.2	419.2	10.2	10.5	-1.5	14.2	3.6	43.6	44.2	12146	11964	11530
212	125	100	70	1659.5	99.7	69.74	412.1	394.3	415.4	11.4	10.4	-1.6	21.6	5.4	66.1	67.0	14074	13845	13267
212	126	100	70	1659.5	99.5	69.79	374.3	357.8	377.2	11.3	10.5	-1.5	18.5	4.6	56.6	57.4	13231	13028	12515
212	127	100	70	1659.5	99.5	69.78	418.6	406.1	421.9	10.8	10.4	-1.6	15.3	3.8	46.8	47.5	12422	12226	11773
212	128	100	70	1659.5	99.5	69.81	425.1	406.6	428.5	12.1	10.4	-1.6	26.8	6.7	82.0	83.1	15101	14854	14191
212	129	100	70	1659.5	99.6	69.89	425.9	404.1	428.6	12.0	10.7	-1.3	26.9	6.7	82.2	83.3	15027	14837	14175
212	130	100	70	1659.5	99.8	69.77	423.1	404.6	425.8	11.0	10.7	-1.3	26.1	6.5	79.8	80.9	14955	14764	14108
212	131	100	70	1660	99.7	69.91	427.3	411.6	431.0	12.1	10.3	-1.7	26.0	6.5	79.7	80.8	14231	13987	13398
212	132	100	70	1659.5	99.7	69.87	392.6	374.9	395.6	11.6	10.5	-1.5	25.4	6.4	77.8	78.9	13832	13619	13059
212	133	100	70							10.8									
212	134	100	70	1659.5	99.6	69.93	417.3	399.7	420.5	11.3	10.5	-1.5	22.8	5.7	69.7	70.7	12347	12157	11709
212	135	100	70	1659.5	99.6	70.08	398.4	378.8	401.4	11.0	10.5	-1.5	20.4	5.1	62.5	63.3	11759	11581	11174
212	136	100	70	1659.5	99.7	69.17	412.8	392.6	415.6	10.9	10.7	-1.3	17.1	4.3	52.5	53.2	10641	10501	10165
212	137	100	70	1660	99.3	69.91	423.0	404.9	426.2	12.2	10.5	-1.5	25.4	6.3	77.7	78.8	13731	13525	12973
212	138	100	70	1660	99.4	69.9	421.7	405.5	424.9	12.3	10.5	-1.5	23.5	5.9	72.0	73.0	13418	13211	12684
212	139	100	70	1659.5	99.5	70.03	413.0	402.7	416.5	12.2	10.3	-1.7	23.3	5.8	71.4	72.4	13037	12814	12318
212	140	100	70	1659.5	99.7	70.03	414.0	395.5	417.5	11.0	10.3	-1.7	21.6	5.4	66.2	67.1	12586	12373	11910
212	141	100	70	1659.5	99.8	70.02	387.1	368.7	389.9	10.7	10.5	-1.5	21.5	5.4	65.7	66.6	12131	11952	11519
212	142	100	70	1659.5	100.0	70.02	387.5	371.3	390.7	10.4	10.3	-1.7	20.1	5.0	61.5	62.4	11818	11623	11213
212	143	100	70	1660	99.5	69.93	484.9	471.8	488.4	11.6	10.6	-1.4	24.4	6.1	74.7	75.7	16494	16258	15467
212	144	100	70	1659.5	99.5	69.37	488.4	474.1	492.2	12.0	10.4	-1.6	25.0	6.3	76.6	77.7	16374	16113	15335
212	145	100	70	1659.5	99.8	69.46	437.9	423.2	441.3	11.5	10.4	-1.6	26.5	6.6	81.0	82.2	15883	15633	14900
212	146	100	70	1660	100.2	70.25	418.5	399.0	423.4	11.5	9.6	-2.4	21.8	5.5	66.7	67.7	9594	9367	9099
212	147	100	70	1660	100.1	70.24	406.9	384.5	410.8	11.7	10.1	-1.9	18.0	4.5	55.0	55.7	9379	9199	8941
212	148	100	70	1660	100.1	68.95	403.9	384.1	408.3	11.2	9.8	-2.2	21.1	5.3	64.7	65.6	10571	10341	10015
212	149	100	70	1659.5	99.7	70.36	404.8	388.3	407.7	11.5	10.6	-1.4	21.4	5.3	65.4	66.3	13695	13500	12950
212	150	100	70	1659.5	99.5	69.92	408.7	391.6	411.6	11.4	10.6	-1.4	18.4	4.6	56.4	57.2	13156	12968	12459

*Module de cisaillement est considéré comme infiniment grand

Série 222

N° de la série	N° de l'éprouvette	Section nominale		Section réel			Masse volumique			Humidité			Résistance				Rigidité		
		b	h	L	b	h	r _u	r _o	r _u (corrigé)	u Gann	u	delta u à 12%	Fmax	Mmax	f _{m,max}	f _{m,max} / KI	E _{m,g}	E _{m,g} (corrigé sur u)	E _{m,g} * (corrigé sur u)
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m3]	[kg/m3]	[kg/m3]	[%]	[%]	[%]	[kN]	[kNm]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]
222	151	100	70	1659.5	99.8	70.09	422.2	404.7	425.6	11.2	10.4	-1.6	11.0	2.8	33.7	34.2	11903	11712	11296
222	152	100	70	1659.5	99.8	70.13	389.5	370.2	394.1	11.5	9.7	-2.3	12.4	3.1	37.8	38.4	11463	11194	10814
222	153	100	70	1659.5	99.8	70.12	463.0	439.4	467.1	12.2	10.2	-1.8	13.6	3.4	41.6	42.2	12990	12758	12266
222	154	100	70	1660	99.8	70.3	401.7	376.7	405.7	11.7	10.0	-2.0	12.0	3.0	36.8	37.3	11740	11510	11107
222	155	100	70	1659.5	100.0	70.01	444.3	421.9	448.3	11.9	10.2	-1.8	13.4	3.4	41.1	41.6	12312	12088	11645
222	156	100	70	1660	99.7	69.95	339.9	320.0	342.2	11.5	10.6	-1.4	13.8	3.5	42.3	42.9	13704	13511	12960
222	157	100	70	1660	99.5	70.27	400.0	380.9	402.3	12.5	10.8	-1.2	16.3	4.1	49.9	50.6	14279	14115	13514
222	158	100	70	1660	99.8	69.96	365.5	346.7	368.0	12.4	10.6	-1.4	14.7	3.7	44.9	45.6	13433	13245	12715
222	159	100	70	1660	99.9	70.36	401.0	379.4	405.4	11.6	9.8	-2.2	15.6	3.9	47.7	48.3	12027	11766	11346
222	160	100	70	1659.5	99.9	70.29	436.2	414.6	439.3	11.2	10.6	-1.4	18.3	4.6	56.0	56.7	14547	14340	13721
222	161	100	70	1659.5	99.7	70.24	363.8	339.0	366.9	11.5	10.3	-1.7	13.4	3.3	40.9	41.4	12538	12324	11864
222	162	100	70	1659	99.6	70.18	395.4	376.0	398.0	12.3	10.7	-1.3	15.9	4.0	48.5	49.2	13294	13120	12600
222	163	100	70	1659	100.0	70.32	416.5	401.3	420.2	11.3	10.2	-1.8	17.7	4.4	54.1	54.8	13022	12789	12294
222	164	100	70	1659.5	100.1	70.17	380.2	357.6	382.9	11.1	10.6	-1.4	16.3	4.1	50.0	50.7	13137	12949	12442
222	165	100	70	1659	100.1	70.24	446.3	424.0	449.8	11.4	10.5	-1.5	16.2	4.0	49.5	50.2	13588	13378	12837
222	166	100	70	1659	99.6	70.07	414.7	388.9	417.2	12.6	10.8	-1.2	16.9	4.2	51.6	52.3	14110	13937	13352
222	167	100	70	1659	99.8	70.08	441.1	420.7	443.7	12.1	10.8	-1.2	14.4	3.6	44.2	44.8	14578	14403	13778
222	168	100	70	1659	99.5	70.25	397.1	380.2	400.8	11.9	10.1	-1.9	13.0	3.3	39.9	40.5	12639	12402	11936
222	169	100	70	1660	99.9	70.24	428.7	409.7	431.8	11.5	10.6	-1.4	13.3	3.3	40.8	41.3	11532	11368	10975
222	170	100	70	1659.2	99.8	70.28	432.6	415.1	435.3	12.0	10.7	-1.3	14.1	3.5	43.2	43.8	13903	13729	13160
222	171	100	70	1659.2	99.9	70.26	436.1	419.9	439.0	12.1	10.7	-1.3	11.9	3.0	36.4	36.9	13492	13311	12776
222	172	100	70	1659	99.6	70.26	331.2	315.6	335.3	11.8	9.5	-2.5	12.2	3.0	37.3	37.8	11254	10975	10608
222	173	100	70	1659	99.6	70.16	390.0	366.1	392.7	13.2	10.7	-1.3	15.0	3.8	46.0	46.7	13460	13279	12746
222	174	100	70	1659	99.8	70.05	386.1	369.7	389.6	12.5	10.2	-1.8	11.6	2.9	35.4	35.9	13612	13369	12829
222	175	100	70	1659	99.9	70.07	413.7	394.4	416.7	12.7	10.5	-1.5	12.6	3.2	38.7	39.2	13148	12956	12448
222	176	100	70	1659	99.8	70.19	406.8	387.0	409.5	11.7	10.7	-1.3	16.4	4.1	50.2	50.9	14348	14157	13553
222	177	100	70	1659	99.9	70.26	382.3	362.0	385.4	12.7	10.4	-1.6	15.3	3.8	46.8	47.4	13127	12913	12409
222	178	100	70	1658.5	99.5	70.06	503.4	483.7	505.5	11.8	11.2	-0.8	20.6	5.2	63.2	64.1	14250	14130	13529
222	179	100	70	1659	99.6	70.11	502.2	481.4	506.7	12.0	10.2	-1.8	14.7	3.7	44.9	45.5	15896	15613	14882
222	180	100	70	1659	99.7	70.35	337.2	317.6	340.1	10.9	10.3	-1.7	13.8	3.5	42.3	42.9	11755	11552	11147
222	181									11.1									
222	182	100	70	1659	100.8	70.18	399.3	380.5	402.9	11.5	10.2	-1.8	12.1	3.0	37.0	37.5	12955	12724	12234
222	183	100	70	1659.5	99.8	70.06	454.8	434.4	457.3	13.7	10.9	-1.1	19.0	4.8	58.2	59.0	17597	17404	16500
222	184	100	70	1659	100.2	70.02	396.2	377.2	401.3	13.1	9.4	-2.6	20.2	5.0	61.7	62.6	18657	18179	17195
222	185	100	70	1659	99.8	69.92	418.6	400.9	421.1	12.7	10.8	-1.2	16.0	4.0	48.9	49.6	15663	15472	14754
222	186	100	70	1658	99.8	70.31	378.6	360.6	381.8	12.1	10.3	-1.7	11.0	2.8	33.7	34.2	12478	12271	11815
222	187	100	70	1659	99.7	70.16	441.6	427.8	445.2	12.8	10.4	-1.6	16.2	4.1	49.6	50.3	15565	15313	14609
222	188	100	70	1659	99.4	70.22	491.7	472.9	494.7	12.7	10.8	-1.2	13.6	3.4	41.6	42.2	16681	16480	15668
222	189	100	70	1659	99.6	70.14	498.6	482.8	501.8	12.3	10.7	-1.3	15.7	3.9	48.0	48.6	17683	17456	16548
222	190									12.1									
222	191	100	70	1659	100.0	70.06	374.6	352.2	377.9	12.0	10.3	-1.7	14.1	3.5	43.1	43.7	10434	10253	9932
222	192	100	70	1659	100.0	70.07	334.9	320.1	338.3	11.5	10.0	-2.0	12.9	3.2	39.5	40.0	9897	9700	9412
222	193	100	70	1659	99.8	70.05	460.2	444.6	463.6	13.0	10.5	-1.5	18.9	4.7	57.7	58.5	16415	16171	15388
222	194	100	70	1658.5	99.8	70.08	435.9	422.9	439.3	12.2	10.5	-1.5	12.9	3.2	39.5	40.0	16797	16539	15721
222	195	100	70	1658	100.0	70.08	454.8	435.2	458.1	12.2	10.6	-1.4	17.0	4.2	51.9	52.7	15546	15323	14619
222	196	100	70	1658	99.8	70.28	509.6	492.2	512.9	12.5	10.7	-1.3	16.6	4.1	50.7	51.4	16382	16165	15383
222	197	100	70	1657.5	99.7	70.08	443.5	423.1	446.7	12.6	10.6	-1.4	15.8	3.9	48.2	48.9	15228	15008	14332
222	198	100	70	1658	99.7	70.03	422.4	404.7	425.4	12.7	10.6	-1.4	16.4	4.1	50.2	50.9	13029	12847	12348
222	199	100	70	1658	99.8	70.04	484.5	465.3	486.7	12.2	11.1	-0.9	13.5	3.4	41.4	42.0	15394	15251	14553
222	200	100	70	1658.3	99.9	70.23	436.6	418.3	440.1	12.4	10.4	-1.6	15.5	3.9	47.5	48.2	14501	14275	13662

*Module de cisaillement est considéré comme infiniment grand

Série 312

N° de la série	N° de l'éprouvette	Section nominal		Section réel			Masse volumique			Humidité			Résistance				Rigidité		
		b	h	L	b	h	r _u	r _o	r _u (corrigé)	u Gann	u	delta u à 12%	Fmax	Mmax	f _{m,max}	f _{m,max} / KI	E _{m,g}	E _{m,g} (corrigé sur u)	E _{m,g} * (corrigé sur u)
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m3]	[kg/m3]	[kg/m3]	[%]	[%]	[%]	[kN]	[kNm]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]
312	301	100	70	1674	100.3	70.24	402.6	383.8	404.9	14.1	10.9	-1.1	20.6	5.1	63.0	63.8	10792	10669	10322
312	302	100	70	1674.5	100.4	70.39	416.8	397.7	420.2	12.3	10.4	-1.6	21.9	5.5	67.1	68.0	12688	12485	12013
312	303	100	70	1674	100.3	70.36	415.4	396.3	419.1	12.7	10.2	-1.8	21.3	5.3	65.1	66.0	9921	9744	9454
312	304	100	70	1673	100.5	70.27	458.8	437.0	462.4	12.8	10.5	-1.5	25.6	6.4	78.5	79.6	14654	14427	13801
312	305	100	70	1673	100.5	70.47	411.2	390.8	414.0	12.7	10.6	-1.4	19.5	4.9	59.7	60.6	12050	11884	11456
312	306	100	70	1674	100.5	70.54	374.0	358.9	377.1	11.9	10.3	-1.7	18.9	4.7	58.0	58.8	12121	11919	11489
312	307	100	70	1675	100.3	70.3	475.7	456.5	478.4	13.8	10.9	-1.1	25.1	6.3	77.0	78.0	15115	14942	14271
312	308	100	70	1674	100.1	70.07	432.3	407.0	434.8	13.4	10.8	-1.2	21.6	5.4	66.1	67.0	14065	13897	13315
312	309	100	70	1675	100.5	70.29	382.9	365.9	385.6	12.8	10.6	-1.4	20.3	5.1	62.1	62.9	11239	11080	10706
312	310	100	70	1673.5	100.5	70.23	427.6	413.7	431.5	12.3	10.2	-1.8	24.1	6.0	73.9	74.9	14615	14348	13728
312	311	100	70	1675	100.4	70.1	465.8	447.2	468.7	13.1	10.8	-1.2	23.3	5.8	71.4	72.4	14866	14684	14035
312	312	100	70	1672.5	100.4	70.16	422.8	404.1	425.5	13.2	10.7	-1.3	24.0	6.0	73.6	74.6	14608	14425	13798
312	313	100	70	1673.5	100.3	70.23	418.3	394.3	420.0	14.0	11.2	-0.8	21.8	5.4	66.6	67.5	12178	12076	11634
312	314	100	70	1674.5	100.4	70.38	368.4	349.2	371.1	12.6	10.6	-1.4	18.2	4.6	55.9	56.6	10453	10301	9978
312	315	100	70	1676	100.4	70.2	353.8	340.8	356.9	12.0	10.3	-1.7	14.4	3.6	44.0	44.6	9511	9347	9080
312	316	100	70	1673.5	100.1	70.33	475.1	452.7	478.1	13.6	10.7	-1.3	26.7	6.7	81.6	82.8	15621	15424	14710
312	317	100	70	1674	100.4	70.45	452.0	437.4	455.2	12.9	10.6	-1.4	22.6	5.6	69.0	70.0	11953	11785	11363
312	318	100	70	1675	100.1	70.3	396.2	376.0	399.6	13.3	10.3	-1.7	19.4	4.8	59.3	60.1	10954	10764	10411
312	319	100	70	1674.5	100.3	70.22	355.7	336.0	358.9	12.3	10.2	-1.8	18.5	4.6	56.6	57.4	9726	9556	9277
312	320	100	70	1674.5	100.4	70.42	457.5	437.5	461.3	13.6	10.3	-1.7	29.2	7.3	89.3	90.5	16351	16079	15305
312	321	100	70	1674	100.3	70.44	380.4	351.0	383.3	12.7	10.5	-1.5	19.4	4.8	59.3	60.1	9792	9643	9359
312	322																		
312	323	100	70	1675	100.3	70.54	373.3	355.2	376.6	11.7	10.3	-1.7	18.5	4.6	56.7	57.5	10849	10660	10314
312	324	100	70	1675	100.7	70.61	395.3	375.9	399.5	13.1	9.8	-2.2	26.3	6.6	80.4	81.5	15232	14905	14237
312	325	100	70	1673	100.4	70.37	455.7	425.2	457.9	13.6	11.0	-1.0	24.1	6.0	73.8	74.8	12713	12586	12106

*Module de cisaillement est considéré comme infiniment grand

Série 321

N° de la série	N° de l'éprouvette	Section nominale		Section réel			Masse volumique			Humidité			Résistance				Rigidité		
		b	h	L	b	h	r _u	r _o	r _u (corrigé)	u Gann	u	delta u à 12%	Fmax	Mmax	f _{m,max}	f _{m,max} / kl	E _{m,g}	f _{m,g} (corrigé sur u)	E _{m,g} * (corrigé sur u)
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m3]	[kg/m3]	[kg/m3]	[%]	[%]	[%]	[kN]	[kNm]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]
321	276	100	70	1656	99.8	69.85	367.5	351.1	371.8	11.0	9.7	-2.3	12.6	3.1	38.6	39.1	11352	11090	10716
321	277	100	70	1655.5	99.9	69.84	361.3	347.3	365.6	11.2	9.7	-2.3	12.7	3.2	38.9	39.4	11295	11031	10661
321	278	100	70	1655.5	99.7	69.91	398.5	377.3	402.1	11.8	10.2	-1.8	11.8	2.9	36.0	36.5	11365	11162	10783
321	279	100	70	1656	99.8	69.96	371.1	354.5	375.0	11.5	9.9	-2.1	13.4	3.3	40.9	41.5	12005	11753	11334
321	280	100	70	1655.5	99.9	69.96	349.5	332.5	353.1	11	9.9	-2.1	11.9	3.0	36.5	37.0	10749	10527	10189
321	281	100	70	1655.5	99.9	69.97	395.4	376.5	399.1	11.6	10.1	-1.9	12.7	3.2	39.0	39.5	10780	10578	10237
321	282	100	70																
321	283	100	70	1655.5	99.6	69.86	408.9	387.8	411.9	11.1	10.5	-1.5	11.5	2.9	35.1	35.6	12002	11823	11399
321	284	100	70																
321	285	100	70	1656	99.8	69.84	329.2	347.0	333.1	12.7	9.6	-2.4	13.3	3.3	40.9	41.4	11564	11285	10898
321	286	100	70																
321	287	100	70	1655.5	99.7	69.92	449.5	425.3	451.5	8.5	11.1	-0.9	17.3	4.3	53.0	53.7	10093	10004	9699
321	288	100	70	1655.5	99.9	70	362.0	343.0	365.4	11.3	10.2	-1.8	13.2	3.3	40.3	40.9	11532	11320	10931
321	289	100	70	1656	99.8	69.76	462.9	440.4	464.7	11.8	11.2	-0.8	14.1	3.5	43.1	43.7	12025	11933	11501
321	290	100	70	1655.5	99.8	69.84	393.0	371.2	395.9	12.2	10.5	-1.5	17.4	4.3	53.3	54.0	9780	9635	9351
321	291	100	70	1655.5	99.8	69.9	463.3	438.8	467.3	12.5	10.3	-1.7	17.2	4.3	52.7	53.4	12324	12109	11665
321	292	100	70	1655.5	99.8	69.92	456.7	432.1	461.5	11.8	9.9	-2.1	13.9	3.5	42.4	43.0	11125	10893	10532
321	293	100	70	1656	99.7	69.61	370.9	350.7	372.9	13.0	10.9	-1.1	14.0	3.5	42.9	43.5	10987	10870	10510
321	294	100	70	1655.5	99.8	69.89	397.7	378.6	401.1	11.9	10.3	-1.7	14.5	3.6	44.4	45.1	11137	10948	10584
321	295	100	70	1655.5	99.7	69.92	410.2	392.2	413.6	11.5	10.3	-1.7	12.8	3.2	39.3	39.8	11273	11086	10712
321	296	100	70																
321	297	100	70	1655.5	99.8	70.07	390.8	370.2	393.6	12.0	10.5	-1.5	11.9	3.0	36.4	36.9	10472	10319	9995
321	298	100	70	1655.5	100.0	70	348.4	353.3	350.5	13.2	10.8	-1.2	14.4	3.6	44.1	44.7	11971	11827	11403
321	299	100	70	1655.5	99.8	69.88	365.9	348.6	369.4	10.8	10.1	-1.9	11.8	2.9	36.0	36.5	12654	12418	11951
321	300	100	70	1655.5	100.0	69.87	391.2	373.6	394.3	12.1	10.4	-1.6	12.3	3.1	37.8	38.3	11733	11549	11144

*Module de cisaillement est considéré comme infiniment grand

Série 322

N° de la série	N° de l'éprouvette	Section nominale		Section réel			Masse volumique			Humidité			Résistance				Rigidité		
		b	h	L	b	h	r _u	r _o	r _u (corrigé)	u Gann	u	delta u à 12%	Fmax	Mmax	f _{m,max}	f _{m,max} / kl	E _{m,g}	E _{m,g} (corrigé sur u)	E _{m,g} * (corrigé sur u)
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m3]	[kg/m3]	[kg/m3]	[%]	[%]	[%]	[kN]	[kNm]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]
322	226	100	70	1656	99.9	70.06	377.5	351.8	382.0	12.3	9.6	-2.4	14.9	3.7	45.6	46.3	11317	11043	10673
322	227	100	70	1656	99.9	70.14	406.0	374.5	409.4	11.7	10.4	-1.6	10.6	2.6	32.3	32.8	10616	10441	10108
322	228	100	70	1656	99.9	70.03	409.4	380.2	412.8	10.8	10.3	-1.7	12.8	3.2	39.3	39.9	10999	10816	10460
322	229	100	70	1655.5	99.9	70.07	413.9	378.1	417.7	10.3	10.2	-1.8	13.2	3.3	40.4	40.9	10241	10054	9746
322	230	100	70																
322	231	100	70	1656	99.8	69.95	377.1	373.5	381.1	11.1	9.9	-2.1	14.3	3.6	43.7	44.3	12116	11862	11435
322	232	100	70	1655.5	100.0	70	379.4	349.9	382.9	10.4	10.1	-1.9	16.2	4.1	49.7	50.4	12254	12027	11588
322	233	100	70	1655.5	99.9	70.02	419.8	387.6	422.7	10.3	10.6	-1.4	11.8	2.9	36.0	36.5	12905	12726	12236
322	234	100	70	1656	99.9	70.12	401.2	375.1	405.1	11.4	10.0	-2.0	15.8	4.0	48.4	49.1	13788	13519	12967
322	235	100	70	1655.5	99.9	69.9	422.6	398.0	426.8	9.8	10.0	-2.0	14.5	3.6	44.5	45.1	12794	12540	12064
322	236	100	70	1656	99.9	70.02	380.9	354.5	383.7	11.1	10.5	-1.5	15.7	3.9	48.0	48.7	12132	11952	11519
322	237	100	70	1656	99.9	70.13	355.3	332.3	359.5	10.3	9.7	-2.3	13.7	3.4	42.0	42.5	11160	10898	10537
322	238	100	70	1656	99.9	70.07	476.9	446.0	482.3	10.4	9.7	-2.3	11.8	3.0	36.2	36.7	11147	10893	10532
322	239	100	70	1656	100.0	70.12	378.3	353.2	381.3	10.2	10.4	-1.6	13.7	3.4	42.1	42.7	10958	10785	10431
322	240	100	70	1656	100.0	70.47	424.1	395.1	428.2	11.1	10.1	-1.9	13.4	3.4	41.1	41.7	12000	11767	11347
322	241	100	70	1656	100.0	69.91	345.1	318.2	349.7	11.4	9.3	-2.7	11.3	2.8	34.5	35.0	10905	10613	10270
322	242	100	70	1655.5	99.8	69.8	442.7	413.1	446.3	9.8	10.4	-1.6	10.2	2.5	31.2	31.6	12156	11962	11528
322	243	100	70	1656	100.0	69.97	409.0	382.3	412.4	9.1	10.4	-1.6	10.5	2.6	32.3	32.7	13658	13436	12891
322	244	100	70	1656.5	100.1	70.13	418.7	383.0	423.3	9.9	9.8	-2.2	14.0	3.5	42.8	43.4	11009	10767	10414
322	245	100	70	1655.5	99.9	70.09	353.5	329.7	357.3	11.1	9.9	-2.1	10.3	2.6	31.4	31.8	10931	10701	10352
322	246	100	70	1655.5	100.0	70.27	397.8	374.0	402.2	10.5	9.8	-2.2	14.6	3.6	44.7	45.3	12391	12117	11672
322	247	100	70	1655.5	99.9	70.08	388.7	366.2	393.5	10.3	9.5	-2.5	14.5	3.6	44.3	44.9	9737	9494	9218
322	248	100	70	1655.5	99.9	70.11	402.0	375.2	405.3	10.9	10.3	-1.7	14.3	3.6	43.9	44.5	12590	12381	11917
322	249	100	70	1655.5	99.9	70.07	407.0	376.2	411.0	9.3	10.0	-2.0	12.1	3.0	37.2	37.7	10490	10284	9962
322	250	100	70	1655.5	100.0	70	381.7	359.4	386.6	10.8	9.4	-2.6	12.7	3.2	38.8	39.3	10816	10539	10201

*Module de cisaillement est considéré comme infiniment grand

Série 331

N° de la série	N° de l'éprouvette	Section nominale		Section réel			Masse volumique			Humidité			Résistance				Rigidité		
		b	h	L	b	h	r _u	r _o	r _u (corrigé)	u Gann	u	delta u à 12%	Fmax	Mmax	f _{m,max}	f _{m,max} / kl	E _{m,g}	E _{m,g} (corrigé sur u)	E _{m,g} * (corrigé sur u)
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m3]	[kg/m3]	[kg/m3]	[%]	[%]	[%]	[kN]	[kNm]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]
331	251	100	70	1656	99.8	69.82	390.6	370.1	393.7	12.3	10.4	-1.6	16.4	4.1	50.1	50.8	11156	10977	10611
331	252	100	70	1655	99.8	69.99	394.7	374.3	398.1	12.6	10.3	-1.7	12.6	3.1	38.5	39.0	11556	11356	10964
331	253	100	70	1655.5	99.7	69.99	356.1	339.3	360.2	11.5	9.7	-2.3	8.9	2.2	27.1	27.5	10661	10418	10087
331	254	100	70	1655	99.8	69.94	396.7	375.0	399.1	12.0	10.8	-1.2	12.1	3.0	37.0	37.6	10983	10854	10496
331	255	100	70	1656	99.8	69.95	372.9	354.6	376.3	13.4	10.2	-1.8	5.7	1.4	17.5	17.7	12508	12277	11820
331	256	100	70	1656	99.6	69.86	404.8	384.5	409.0	11.8	10.0	-2.0	13.6	3.4	41.7	42.2	10743	10524	10187
331	257	100	70	1655.5	99.7	69.96	358.0	334.4	361.5	11.9	10.1	-1.9	11.0	2.8	33.7	34.2	10726	10520	10183
331	258	100	70	1656	99.8	69.9	412.8	389.3	415.7	13.2	10.6	-1.4	15.6	3.9	47.6	48.3	12260	12088	11645
331	259	100	70	1655.5	99.8	70.9	438.5	419.3	443.2	10.7	9.8	-2.2	12.0	3.0	36.9	37.4	11597	11347	10956
331	260	100	70	1655.5	99.8	69.9	404.4	387.0	409.7	12.2	9.4	-2.6	9.8	2.4	30.0	30.4	10664	10388	10060
331	261	100	70	1655.5	99.8	69.85	400.3	381.8	403.3	12.8	10.5	-1.5	14.8	3.7	45.4	46.0	12224	12044	11605
331	262	100	70	1655.5	99.9	69.83	353.7	335.4	357.5	11.9	9.8	-2.2	11.9	3.0	36.4	36.9	10553	10325	10000
331	263	100	70	1656	99.8	69.8	455.6	409.8	458.6	11.3	10.7	-1.3	12.0	3.0	36.9	37.4	10888	10745	10393
331	264	100	70	1656	99.9	69.87	387.0	370.2	390.8	12.7	10.0	-2.0	10.8	2.7	33.1	33.5	10757	10545	10206
331	265	100	70	1656	99.8	69.8	476.4	459.2	479.7	12.2	10.6	-1.4	14.3	3.6	43.8	44.4	13400	13212	12685
331	266	100	70	1655.5	99.8	70.03	421.5	395.3	425.3	12.5	10.2	-1.8	12.6	3.1	38.5	39.1	10224	10040	9732
331	267	100	70	1655.5	99.8	69.75	352.6	332.9	356.1	11.5	10.0	-2.0	13.1	3.3	40.2	40.8	10605	10393	10064
331	268	100	70	1655.5	99.8	70.04	384.8	367.3	388.7	12.4	10.0	-2.0	9.6	2.4	29.5	29.9	10445	10235	9915
331	269	100	70	1655.5	99.8	69.95	383.5	363.1	387.7	11.5	9.9	-2.1	10.4	2.6	31.8	32.3	11685	11434	11037
331	270	100	70	1655.5	99.8	69.98	496.6	470.4	499.7	12.2	10.8	-1.2	18.7	4.7	57.3	58.1	15584	15390	14679
331	271	100	70	1655.5	99.7	69.64	396.1	377.1	400.8	10.6	9.6	-2.4	13.9	3.5	42.7	43.3	10869	10609	10266
331	272	100	70	1655.5	100.0	69.74	379.3	357.7	383.3	11.4	9.9	-2.1	14.2	3.5	43.4	44.0	10261	10043	9735
331	273	100	70	1655.5	99.8	69.98	387.9	367.8	392.6	11.6	9.6	-2.4	13.3	3.3	40.6	41.2	10864	10600	10258
331	274	100	70	1655.5	99.6	69.87	369.5	352.4	373.9	12.3	9.6	-2.4	14.9	3.7	45.7	46.3	14072	13736	13167
331	275	100	70	1656	99.8	69.93	402.6	381.4	406.3	12.8	10.2	-1.8	12.5	3.1	38.1	38.6	12105	11887	11458

*Module de cisaillement est considéré comme infiniment grand

Série 332

N° de la série	N° de l'éprouvette	Section nominal		Section réel			Masse volumique			Humidité			Résistance				Rigidité		
		b	h	L	b	h	r _u	r _o	r _u (corrigé)	u Gann	u	delta u à 12%	Fmax	Mmax	f _{m,max}	f _{m,max} / kl	E _{m,g}	E _{m,g} (corrigé sur u)	E _{m,g} * (corrigé sur u)
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m3]	[kg/m3]	[kg/m3]	[%]	[%]	[%]	[kN]	[kNm]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]
332	326	100	70	1656	99.9	69.93	400.7	384.4	404.8	11.5	10.0	-2.0	12.2	3.0	37.3	37.8	10148	9940	9639
332	327	100	70	1656	100.0	70.07	410.0	396.5	414.5	9.9	9.8	-2.2	14.8	3.7	45.2	45.8	11610	11353	10961
332	328	100	70	1656	99.9	70.21	392.9	376.1	395.5	10.6	10.7	-1.3	12.2	3.0	37.2	37.7	9157	9037	8787
332	329	100	70	1655.5	100.0	70.05	379.7	361.3	384.1	11.3	9.6	-2.4	12.9	3.2	39.4	40.0	11254	10987	10620
332	330	100	70	1656	100.0	70.12	410.0	392.0	414.1	10	10.0	-2.0	13.5	3.4	41.2	41.8	9783	9588	9307
332	331	100	70	1656	99.9	69.98	387.8	368.6	392.2	11.3	9.7	-2.3	14.1	3.5	43.0	43.6	9791	9569	9289
332	332	100	70	1656	99.9	70.01	395.7	379.2	399.7	10.3	10.0	-2.0	12.2	3.1	37.4	37.9	11082	10859	10500
332	333	100	70	1656	99.9	70.05	385.1	366.9	389.7	10.4	9.6	-2.4	12.9	3.2	39.6	40.1	11829	11549	11144
332	334	100	70	1656	100.0	70.12	385.3	363.9	390.6	10.8	9.2	-2.8	14.3	3.6	43.8	44.4	11543	11221	10838
332	335	100	70	1656	100.0	70.1	349.2	330.7	353.4	10.6	9.6	-2.4	12.3	3.1	37.6	38.2	11124	10859	10500
332	336	100	70	1655.5	99.9	69.89	380.5	360.2	384.9	10.2	9.7	-2.3	11.4	2.8	34.9	35.4	9448	9227	8966
332	337	100	70	1656	99.8	69.85	365.5	348.5	369.6	9.7	9.7	-2.3	11.5	2.9	35.2	35.6	11936	11666	11253
332	338																		
332	339	100	70	1655.5	100.0	70.07	379.9	358.9	385.0	10.0	9.3	-2.7	13.1	3.3	40.1	40.7	9482	9224	8964
332	340	100	70	1656	99.9	69.8	414.9	392.5	417.1	11.2	10.9	-1.1	11.9	3.0	36.3	36.8	10557	10446	10113
332	341	100	70	1655.5	99.8	69.95	416.9	400.1	421.1	11.0	10.0	-2.0	15.5	3.9	47.5	48.2	11772	11535	11131
332	342	100	70	1656	99.9	70.39	397.1	377.2	400.7	11.0	10.2	-1.8	13.1	3.3	40.2	40.8	11437	11229	10846
332	343	100	70	1656	99.9	69.95	402.6	380.5	404.9	10.1	10.9	-1.1	13.2	3.3	40.4	40.9	11167	11040	10669
332	344	100	70	1655.2	99.9	70.01	339.2	322.4	343.3	11.2	9.6	-2.4	10.4	2.6	31.9	32.3	10012	9771	9479
332	345	100	70	1656	99.9	70.18	397.3	374.9	401.0	12.4	10.2	-1.8	13.2	3.3	40.3	40.8	10799	10601	10258
332	346	100	70	1656	100.1	70.21	421.6	403.3	424.8	9.7	10.5	-1.5	12.1	3.0	37.1	37.6	11152	10982	10615
332	347	100	70	1656	99.9	70.1	412.4	388.7	414.9	9.9	10.8	-1.2	12.8	3.2	39.3	39.8	9734	9616	9333
332	348	100	70	1655	99.8	69.91	492.2	471.4	495.3	11.4	10.7	-1.3	15.6	3.9	47.6	48.3	13310	13139	12617
332	349	100	70																
332	350	100	70	1657.5	99.9	70	368.9	346.4	371.7	12.0	10.5	-1.5	13.6	3.4	41.7	42.3	11669	11489	11088

*Module de cisaillement est considéré comme infiniment grand

Série 341

N° de la série	N° de l'éprouvette	Section nominal		Section réel			Masse volumique			Humidité			Résistance				Rigidité		
		b	h	L	b	h	r _u	r _o	r _u (corrigé)	u Gann	u	delta u à 12%	Fmax	Mmax	f _{m,max}	f _{m,max} / kl	E _{m,g}	E _{m,g} (corrigé sur u)	E _{m,g} * (corrigé sur u)
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m3]	[kg/m3]	[kg/m3]	[%]	[%]	[%]	[kN]	[kNm]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]
341	351	100	70	1655.5	99.9	70.26	392.4	374.0	401.9	11.3	7.2	-4.8	21.9	5.5	67.1	68.0	12628	12018	11580
341	352	100	70	1655.5	99.8	70.28	416.1	398.9	425.9	11.2	7.3	-4.7	22.2	5.6	68.1	69.0	11674	11120	10744
341	353	100	70	1656	100.3	70.23	433.1	417.8	443.0	12.2	7.4	-4.6	23.7	5.9	72.6	73.6	14507	13841	13263
341	354	100	70	1656	100.6	70.27	436.3	416.5	446.2	12.1	7.5	-4.5	26.6	6.7	81.5	82.6	16380	15642	14909
341	355	100	70	1656	100.1	70.18	489.8	468.5	498.8	10.1	8.3	-3.7	12.4	3.1	38.1	38.6	12804	12336	11875
341	356	100	70	1656	100.0	70.32	423.0	411.9	433.4	11.7	7.1	-4.9	24.4	6.1	74.7	75.8	15160	14416	13790
341	357	100	70	1656	100.2	70.36	432.1	416.4	442.5	11.5	7.2	-4.8	21.8	5.4	66.6	67.6	14397	13707	13141
341	358	100	70	1655.5	100.2	70.52	440.4	429.1	451.1	11.0	7.1	-4.9	23.9	6.0	73.1	74.1	15129	14392	13769
341	359	100	70	1656	100.2	70.29	448.2	431.3	459.6	10.2	6.9	-5.1	17.7	4.4	54.2	54.9	12733	12087	11644
341	360	100	70	1656	100.1	70.45	449.1	434.6	460.3	10.1	7.0	-5.0	21.8	5.5	66.9	67.8	15073	14318	13700
341	361	100	70	1656	99.6	70.4	387.3	371.2	395.8	10.4	7.6	-4.4	10.3	2.6	31.5	31.9	12239	11703	11287
341	362	100	70	1655.5	99.9	70.27	385.6	373.7	395.5	10.1	6.8	-5.2	12.0	3.0	36.6	37.2	12997	12326	11866
341	363	100	70	1655.5	100.3	70.37	443.0	427.9	454.1	10.6	7.0	-5.0	13.7	3.4	41.9	42.5	13223	12561	12083
341	364	100	70	1655.5	99.9	70.14	474.7	455.0	484.8	12.1	7.7	-4.3	21.2	5.3	64.8	65.7	12623	12085	11642
341	365	100	70	1655.5	100.2	70.42	418.9	404.8	429.8	9.5	6.8	-5.2	23.0	5.7	70.3	71.2	14317	13572	13016
341	366	100	70	1655.5	99.9	70.09	371.2	354.7	380.0	10.8	7.2	-4.8	18.1	4.5	55.5	56.2	12212	11630	11220
341	367	100	70	1656	100.0	70.21	398.6	379.3	406.4	12.7	8.1	-3.9	24.2	6.0	74.0	75.1	14124	13576	13020
341	368	100	70	1656.5	100.0	70.19	442.4	432.1	452.9	10.3	7.2	-4.8	23.2	5.8	71.1	72.1	15198	14474	13843
341	369	100	70	1655.5	100.2	70.22	386.3	373.7	395.8	10.8	7.1	-4.9	22.2	5.6	68.1	69.0	14226	13527	12975
341	370	100	70	1655.5	99.5	70.22	388.9	375.6	399.0	9.9	6.8	-5.2	13.5	3.4	41.4	42.0	9486	8993	8746
341	371	100	70	1656	100.0	70.06	431.9	414.6	443.5	12.1	6.6	-5.4	12.3	3.1	37.7	38.2	12828	12137	11690
341	372	100	70	1655.5	99.9	70.02	380.5	367.6	390.7	10.0	6.7	-5.3	22.2	5.5	67.8	68.8	12930	12240	11786
341	373	100	70	1655.5	99.6	70.1	394.7	383.9	405.5	10.5	6.5	-5.5	11.4	2.9	34.9	35.4	10330	9761	9470
341	374	100	70	1656.5	100.0	70.05	376.9	359.8	386.7	11.0	6.8	-5.2	19.7	4.9	60.4	61.2	12139	11503	11101
341	375	100	70	1655	99.8	70.05	371.5	357.4	380.7	10.7	7.0	-5.0	19.8	4.9	60.5	61.4	11855	11262	10877

*Module de cisaillement est considéré comme infiniment grand

Série 351

N° de la série	N° de l'éprouvette	Section nominal		Section réel			Masse volumique			Humidité			Résistance				Rigidité		
		b	h	L	b	h	r _u	r _o	r _u (corrigé)	u Gann	u	delta u à 12%	Fmax	Mmax	f _{m,max}	f _{m,max} / kl	E _{m,g}	m,g (corrigé sur	E _{m,g} * (corrigé sur u)
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m3]	[kg/m3]	[kg/m3]	[%]	[%]	[%]	[kN]	[kNm]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]
351	376	100	70	1683.5	100.2	70.19	420.2	401.5	430.3	11.3	7.2	-4.8	12.2	3.1	37.4	38.0	10828	10305	9981
351	377	100	70	1683.5	100.2	70.07	385.1	366.6	394.3	11.2	7.3	-4.7	15.5	3.9	47.5	48.2	12264	11683	11268
351	378	100	70	1684	100.3	70.14	371.4	354.7	379.9	12.2	7.4	-4.6	20.8	5.2	63.7	64.6	11502	10974	10607
351	379	100	70	1683	100.2	70.18	437.7	421.8	447.5	12.1	7.5	-4.5	20.2	5.1	62.0	62.8	12064	11520	11117
351	380	100	70	1683	100.0	70	425.6	403.2	425.6	10.1	8.3	0.0	19.0	4.8	58.3	59.1	9376	9376	9108
351	381	100	70	1684.5	100.4	70.16	333.6	323.5	341.8	11.7	7.1	-4.9	19.4	4.9	59.5	60.3	10984	10445	10112
351	382	100	70	1680.5	100.4	70.08	381.7	367.6	390.9	11.5	7.2	-4.8	22.4	5.6	68.6	69.6	10738	10224	9905
351	383	100	70	1681.5	100.1	70.11	439.2	422.2	449.9	11.0	7.1	-4.9	26.8	6.7	82.1	83.3	14978	14249	13638
351	384	100	70	1680.5	100.0	70.16	417.9	403.0	428.5	10.2	6.9	-5.1	20.8	5.2	63.8	64.7	12745	12097	11654
351	385	100	70	1681	100.3	70.19	460.5	449.9	472.0	10.1	7.0	-5.0	26.6	6.7	81.5	82.7	15516	14738	14085
351	386	100	70	1682	100.2	70.24	348.8	339.3	356.5	10.4	7.6	-4.4	21.1	5.3	64.6	65.5	11609	11100	10725
351	387	100	70	1681.5	100.1	69.98	434.8	418.8	446.0	10.1	6.8	-5.2	23.9	6.0	73.3	74.3	13155	12476	12005
351	388	100	70	1679.5	100.1	70.07	437.1	418.9	448.0	10.6	7.0	-5.0	24.0	6.0	73.3	74.4	12605	11974	11539
351	389	100	70	1681	100.2	69.98	352.0	336.3	359.5	12.1	7.7	-4.3	16.5	4.1	50.6	51.3	10375	9932	9631
351	390	100	70	1682.5	100.0	70.08	364.8	355.0	374.3	9.5	6.8	-5.2	20.9	5.2	63.8	64.7	11639	11033	10663
351	391	100	70	1681	100.2	70.27	446.3	429.0	456.9	10.8	7.2	-4.8	21.4	5.3	65.4	66.3	13588	12941	12434
351	392	100	70	1682.5	100.0	70.14	357.1	345.4	364.0	12.7	8.1	-3.9	20.6	5.1	62.9	63.8	12049	11582	11175
351	393	100	70	1680.5	100.2	69.99	463.2	443.9	474.2	10.3	7.2	-4.8	22.5	5.6	68.9	69.9	11096	10567	10227
351	394	100	70	1686.5	100.5	70.05	435.5	413.7	446.2	10.8	7.1	-4.9	23.9	6.0	73.1	74.1	14500	13788	13214
351	395	100	70	1683.5	100.2	70.03	434.2	416.7	445.5	9.9	6.8	-5.2	24.7	6.2	75.7	76.8	13302	12611	12130
351	396	100	70	1680	100.2	69.91	398.2	385.4	408.9	12.1	6.6	-5.4	23.1	5.8	70.7	71.7	13579	12847	12348
351	397	100	70	1683.5	100.5	70.08	426.3	411.5	437.6	10.0	6.7	-5.3	22.6	5.6	69.2	70.1	15088	14283	13669
351	398	100	70	1681	100.2	70.08	421.2	395.7	432.8	10.5	6.5	-5.5	22.6	5.7	69.3	70.3	13763	13005	12494
351	399	100	70	1680.5	100.0	70.13	414.1	402.2	425.0	11.0	6.8	-5.2	21.1	5.3	64.6	65.5	14179	13435	12890
351	400	100	70	1682	100.0	69.97	371.0	357.9	380.3	10.7	7.0	-5.0	22.0	5.5	67.4	68.4	13889	13195	12669

*Module de cisaillement est considéré comme infiniment grand

Série 361

N° de la série	N° de l'éprouvette	Section nominal		Section réel			Masse volumique			Humidité			Résistance				Rigidité		
		b	h	L	b	h	r _u	r _o	r _u (corrigé)	u Gann	u	delta u à 12%	Fmax	Mmax	f _{m,max}	f _{m,max} / KI	E _{m,g}	E _{m,g} (corrigé sur u)	E _{m,g} * (corrigé sur u)
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m3]	[kg/m3]	[kg/m3]	[%]	[%]	[%]	[kN]	[kNm]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]	[N/mm2]
361	401	100	70	1656	100.2	70.01	383.4	371.7	393.5	12.2	6.7	-5.3	17.2	4.3	52.6	53.3	14103	13360	12821
361	402	100	70	1656	100.0	69.98	331.7	319.4	340.7	10.1	6.6	-5.4	15.8	4.0	48.5	49.2	12551	11871	11444
361	403	100	70	1656.5	100.0	70.17	384.0	372.8	393.1	12.2	7.3	-4.7	9.6	2.4	29.3	29.7	13822	13167	12643
361	404	100	70	1656	99.8	70.01	412.9	403.2	423.1	11.5	7.0	-5.0	15.0	3.8	46.0	46.7	14397	13684	13119
361	405	100	70	1655	100.0	70.08	391.2	376.1	391.2	12.1	6.7	0.0	12.1	3.0	37.2	37.7	12379	12379	11914
361	406	100	70	1655.5	100.1	70.03	445.9	430.0	456.2	11.9	7.4	-4.6	14.1	3.5	43.0	43.6	15076	14379	13756
361	407	100	70	1655	100.2	70.25	378.7	365.1	388.6	12.3	6.8	-5.2	10.7	2.7	32.7	33.1	13254	12559	12081
361	408	100	70	1655	100.0	69.89	392.6	381.1	403.8	10.8	6.3	-5.7	15.2	3.8	46.5	47.2	12604	11881	11453
361	409	100	70	1656	100.0	70.53	440.5	427.1	452.4	12.1	6.6	-5.4	11.0	2.7	33.6	34.1	13213	12502	12029
361	410	100	70	1656	99.8	70.11	354.2	341.6	363.4	10.8	6.8	-5.2	8.4	2.1	25.7	26.1	12868	12197	11747
361	411	100	70	1656	100.2	70.1	410.1	392.2	419.4	13.1	7.5	-4.5	13.2	3.3	40.4	41.0	11745	11216	10834
361	412	100	70	1656	99.9	69.94	399.2	386.2	409.6	12.1	6.8	-5.2	16.1	4.0	49.2	49.9	14902	14120	13519
361	413	100	70	1655.5	100.0	70.11	433.9	419.7	443.9	12.4	7.4	-4.6	5.7	1.4	17.5	17.7	12993	12392	11927
361	414	100	70	1656	100.0	69.91	424.6	411.2	435.2	12.3	7.0	-5.0	16.5	4.1	50.6	51.3	13786	13099	12580
361	415	100	70	1655.5	100.2	70	421.0	410.3	431.6	11.9	7.0	-5.0	19.1	4.8	58.3	59.1	16255	15437	14722
361	416	100	70	1656	99.7	69.68	362.7	347.6	372.1	12.4	6.8	-5.2	15.2	3.8	46.7	47.3	12711	12056	11615
361	417	100	70																
361	418	100	70	1656.5	99.9	69.76	457.5	446.0	469.0	12.2	7.0	-5.0	5.6	1.4	17.2	17.5	15024	14269	13656
361	419	100	70																
361	420	100	70																
361	421	100	70																
361	422	100	70																
361	423	100	70																
361	424	100	70																
361	425	100	70																

*Module de cisaillement est considéré comme infiniment grand