

DIMENSIONNEMENT SIMPLIFIÉ À FROID DES ASSEMBLAGES BOIS PAR TIGES CONFORMÉMENT AUX EUROCODES



FINANCEMENT

CODIFAB

comité professionnel de développement
des industries françaises de l'ameublement et du bois

AUTEUR



Antoine BARJOLLE
Frédéric ROSSI

COMITE DE PILOTAGE

Nous remercions les membres du Comité de Pilotage qui ont su orienter au mieux la rédaction du présent guide pour qu'elle corresponde aux attentes réelles des concepteurs et réalisateurs de structures bois.

Rodolphe MAUFRONT
Guy-Noël POTRON
Thomas FERET

UMB FFB
CAPEB UNA CMA
FIBC

GROUPE CONSULTATIF D'EXPERTS

Nous remercions les experts de Groupe Consultatif pour leurs apports tant scientifiques et techniques que pratiques à ce guide, sans lesquels il ne serait certainement pas aussi complet et juste.

Georges ADJANOHOUN
Laurent BLERON
Renaud BLONDEAU-PATISSIER
Jean-François BOCQUET
Soline BONNEVAL
Philippe BONTEMPS
Dominique CALVI
Jean-Luc COUREAU
Benoît DE TERNAY
Carole FAYE
Gaëtan GENES
Stéphane HAMEURY
Laurent LE MAGOROU
Etienne LEROY
Florent LYON
Sergio MEDEL
Benoît MOREL
Damien QUIDET
Patrick RACHER
Jacques Long TRINH
Jean-Luc ZINS

APAVE
ENSTIB
WOODEUM
ENSTIB
ECSB
AFPA
BET CALVI
I2M
CHARPENTES FRANCAISES
FCBA
ECSB
CSTB
FCBA
ITECH
CSTB
MD BAT
CMOI
ITECH
POLYTECH CLERMONT-FERRAND
Consultant

PREAMBULE

Un des aspects essentiels à maîtriser pour concevoir une structure en bois est celui des assemblages. Qu'ils soient réalisés de manière traditionnelle en bois, ou par l'intermédiaire de connecteurs métalliques ou autres (tiges, plaques, assembleurs tridimensionnels, etc.), les assemblages sont stratégiques pour la performance fonctionnelle et économique des structures bois.

La performance des assemblages est d'autant plus importante dans les zones de fort vent, les zones sismiques, et dans les structures soumises à de fortes charges ou moments d'encastrement importants. La compétition de la structure bois, dont les assemblages sont relativement souples, avec d'autres structures telles les structures acier, béton ou la maçonnerie accentue encore l'importance des assemblages.

Les méthodes de justification des assemblages de structures bois introduites par l'Eurocode 5 permettent d'optimiser ces assemblages, en contrepartie d'un temps d'étude important. Pour les structures bois courantes le temps d'étude est difficilement valorisable et doit être limité.

C'est dans ce cadre que le CODIFAB (Comité professionnel de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois), à la demande des organisations professionnelles UMB FFB (Union des Métiers du Bois), CAPEB UNA CMA (Union Nationale Charpente Menuiserie Agencement) et FIBC (Fédération de l'Industrie Bois Construction), a confié à C4Ci le soin de réaliser un guide pour le dimensionnement simplifié à froid des assemblages de structures bois par tiges métalliques : pointes, boulons et broches, vis et tirefonds.

Le présent guide a pour objectif double de :

- Fournir des méthodes simplifiées de dimensionnement à froid des assemblages courants de structures bois par tiges métalliques conformes aux Eurocodes
- Les présenter de façon claire et illustrée dans un document aux parties indépendantes et autoportantes

La simplification des méthodes de dimensionnement a été réalisée par un compromis entre temps d'étude et précision du calcul. Les formules proposées sont volontairement du même type que celles présentes dans les Règles CB 71 (de forme $k d\sqrt{e}$), afin de permettre aux professionnels habitués à cette formule une transition facilitée vers les Eurocodes. Des domaines d'emploi restreints ont permis de limiter la perte de performance due à l'aspect sécuritaire des simplifications.

Les méthodes de dimensionnement fournies sont valables pour des assemblages soumis à des efforts limités et ne transmettant pas de moments. Des limites de nombre d'assembleurs et de surfaces d'assemblages sont données pour chaque typologie d'assemblage.

Ces méthodes sont à utiliser afin de vérifier la résistance des assemblages après vérification par le charpentier de la résistance et de la déformation globale de la structure bois qui inclus ces assemblages. Lors de cette vérification le modèle utilisé pour la structure doit considérer les assemblages comme des rotules (puisque ceux-ci ne doivent pas reprendre de moments).

Les éléments présentés dans les pages qui suivent sont basés sur la réglementation et les normes en vigueur à la date de publication de ce guide. Les schémas et informations ont valeur d'exemple et n'exonèrent pas le lecteur de sa responsabilité et de l'exercice de ses devoirs professionnels.

GLOSSAIRE

ABRÉVIATIONS

CODIFAB	Comité professionnel de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois
CAPEB	Confédération des Artisans et Petites Entreprises du Bâtiment
UNA CMA	Union Nationale Charpente Menuiserie Agencement (fait partie de la CAPEB)
FFB	Fédération Française du Bâtiment
UMB	Union des Métiers du Bois (fait partie de la FFB)
FIBC	Fédération de l'Industrie Bois Construction
Règles CB 71	Ancien code de calcul des structures bois Français (remplacé par les Eurocodes)
BLC	Bois Lamellé Collé
BMR	Bois Massif Reconstitué

UNITÉS

kg	Kilogramme
N	Newton
daN	Décanewton (1 daN = 10 N)
MPa	MégaPascal (1 MPa = 1 N/mm ²)
mm	Millimètre
cm	Centimètre
°	Degré

RÉFÉRENCES NORMATIVES

NF EN 1995-1-1	Eurocode 5 - Conception et calcul des structures en bois - Partie 1-1 : généralités - Règles communes et règles pour les bâtiments (Novembre 2005)
NF EN 1995-1-1/A1	Amendement A1 à l'Eurocode 5 (Octobre 2008)
NF EN 1995-1-1/A2	Amendement A2 à l'Eurocode 5 (Juillet 2014)
NF EN 1995-1-1/NA	Annexe Nationale Française à l'Eurocode 5 (Mai 2010)

SOMMAIRE

1. POINTES	6
1.1. ASSEMBLAGES BOIS-BOIS PAR POINTES	8
1.2. ASSEMBLAGES BOIS-PANNEAU PAR POINTES	11
2. BOULONS ET BROCHES	14
2.1. ASSEMBLAGES BOIS-BOIS PAR BOULONS ET BROCHES.....	16
2.2. ASSEMBLAGES BOIS-MÉTAL PAR BOULONS ET BROCHES.....	19
3. VIS ET TIREFONDS	22
3.1. ASSEMBLAGES BOIS-BOIS PAR VIS ET TIREFONDS.....	24
3.2. ASSEMBLAGES BOIS-PANNEAU PAR VIS ET TIREFONDS	27
3.3. ASSEMBLAGES BOIS-MÉTAL PAR VIS ET TIREFONDS	30
4. ANNEXES	34
4.1. VÉRIFICATION SIMPLE DE LA TRACTION TRANSVERSALE DU BOIS	36
4.2. RÈGLES COMPLÈTES D'ESPACEMENTS ET DE DISTANCES AUX BORDS	37
4.3. MÉTHODOLOGIE DE PROJET.....	39

POINTES

INTRODUCTION

Les méthodes simplifiées présentées dans la section ci-après ont pour objectif de permettre un dimensionnement simple à froid des assemblages de structures bois par pointes (bois-bois et bois-panneau), tout en assurant une conformité aux principes de l'Eurocode 5.

Ces méthodes simples sont présentées séparément pour chaque couple de matériaux à assembler (bois-bois et bois-panneau). **Elles ne sont valides que dans les limites des domaines de validité et pour les espacements et distances aux bords qui sont définis pour chaque couple de matériaux.**

Pour chaque couple de matériaux à assembler, un schéma général introduit les principales notations utilisées dans les formules de calcul.

Le paragraphe « **Domaine de validité de la méthode simple** » donne les exigences à respecter (matériaux, types de pointes, critères d'exécution...) afin de pouvoir utiliser les formules simples et tableaux de valeurs.

Le paragraphe « **Règles simplifiées d'espacements et de distances aux bords** » permet de déterminer très simplement les espacements et distances aux bords requis. Si au contraire on souhaite optimiser le positionnement des pointes, il faut utiliser les règles complètes d'espacements et de distances aux bords de l'Eurocode 5 présentées en Annexe, page 37.

Le paragraphe « **Dimensionnement à l'aide de formules simples** » permet pour un assemblage connu de calculer sa résistance en cisaillement afin de la comparer à l'effort auquel il est soumis. Des applications numériques sont présentées.

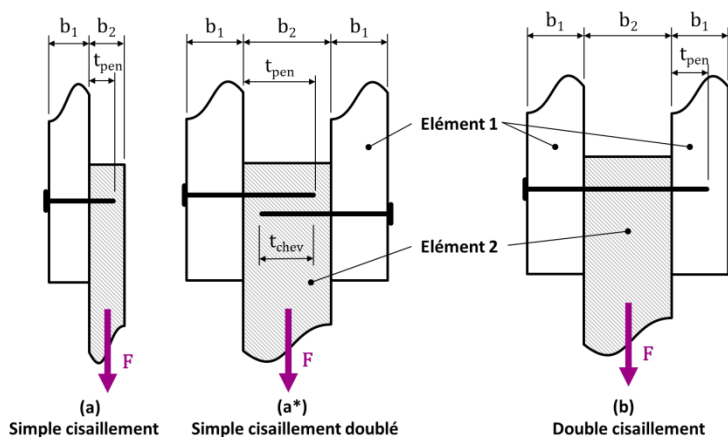
Le paragraphe « **Dimensionnement à l'aide de tableaux de valeurs** » permet également pour un assemblage connu de calculer sa résistance en cisaillement, mais cette fois-ci par une lecture directe.

En complément de la vérification au cisaillement des pointes, il est nécessaire de **vérifier lorsque c'est pertinent la traction transversale** dans le bois autour des pointes. C'est le cas dès que l'effort est appliqué à un angle avec le fil du bois. La méthode de vérification est présentée en Annexe, page 36.

Les efforts mentionnés dans toute cette section sont des efforts réels. Ils sont issus directement de la descente de charges réelles appliquées sur la structure, **sans besoin de les pondérer par des coefficients complémentaires.** Les coefficients de sécurité sont déjà inclus dans les formules présentées. **Si vous ne disposez pas des efforts réels appliqués à votre structure mais uniquement des efforts pondérés,** divisez-les par 1,35 pour retrouver des efforts réels non-pondérés afin de pouvoir utiliser les formules de cette section.

1.1. ASSEMBLAGES BOIS-BOIS PAR POINTES

PRÉSENTATION DE L'ASSEMBLAGE



F	Effort de cisaillement <u>non pondéré</u>	[daN]
n	Nombre de pointes	
d	Diamètre des pointes	[mm]
b_1	Épaisseur de l'élément 1	[mm]
b_2	Épaisseur de l'élément 2	[mm]
t_{pen}	Longueur de pénétration	[mm]
e	Minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen}	[mm]
t_{chev}	Longueur de chevauchement	[mm]

DOMAINE DE VALIDITÉ DE LA MÉTHODE SIMPLE

- TYPE D'ASSEMBLAGE
 - assemblage bois-bois par pointes soumis uniquement au cisaillement
 - pointes perpendiculaires au fil du bois
 - au moins 2 pointes par assemblage, 16 pointes maximum
 - la surface de connexion ne doit pas excéder 300x300 mm²
- NATURE DES BOIS UTILISÉS
 - Massif/reconstitué résineux C18 à C30, feuillus D18 à D30
 - Lamellé collé résineux GL20 à GL30
- CHOIX DES POINTES
 - Type pointes lisses, crantées, annelées, torsadées
 - Section circulaire ou carrée
 - Diamètre de 2,5 à 6 mm
 - Qualité d'acier résistance caractéristique en traction $f_{u,k} \geq 600 \text{ N/mm}^2$
- LONGUEUR DE PÉNÉTRATION DU CÔTÉ DE LA POINTE
 - Pointes lisses $t_{pen} \geq 8 d$
 - Autres pointes $t_{pen} \geq 6 d$
- LONGUEUR DE CHEVAUCHEMENT POUR LE SIMPLE CISAILLEMENT DOUBLÉ (a*)
 - $t_{chev} \geq 4 d$
- EXÉCUTION
 - Les zones sollicitées de l'assemblage doivent être exemptes de défauts rédhibitoires
 - Les pointes disposées sur la même fibre de bois doivent être décalées pour éviter le fendage
 - Les bois doivent être pré-perçés lorsque leur épaisseur est inférieure à celle donnée par le tableau ci-dessous



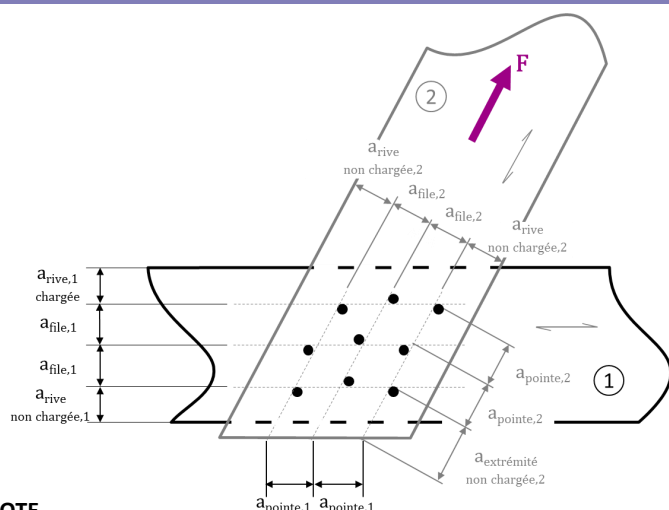
Les méthodes présentées en pages 9 et 10 ne sont valables que si le domaine de validité présenté ici et les règles d'espacements et de distances aux bords présentées en page suivante sont respectés

Tableau 1 – Dimension minimale des bois sans pré-perçage

Essences	Dimension minimale des bois sans pré-perçage
Résineux peu sensibles à la fissuration	8 d
Feuillus peu sensibles à la fissuration	10 d
Résineux particulièrement sensibles à la fissuration	17 d
Feuillus particulièrement sensibles à la fissuration	21 d

Essences particulièrement sensibles à la fissuration données par NF EN 1995-1-1/NA clause 8.3.1.2(7) : Douglas et Pin Maritime

RÈGLES SIMPLIFIÉES D'ESPACEMENTS ET DE DISTANCES AUX BORDS



NOTE

Les règles d'espacements et de distances aux bords des pointes présentées ci-dessus sont simplifiées dans le but d'une application aisée. Si pour un dimensionnement d'assemblage les règles simplifiées ci-dessous ne vous permettent pas de placer vos pointes par manque de place, considérez la possibilité d'utiliser les règles complètes d'espacements et de distances aux bords des pointes de l'Eurocode 5 présentées en Annexe, page 37.

Tableau 2 – Espacements et distances aux bords simplifiés

	Sans pré-perçage		Avec pré-perçage
	Résineux	Feuillus	
a_{pointe}	12 d	15 d	5 d
a_{file}	5 d	7 d	4 d
$a_{\text{extrémité chargée}}$	15 d	20 d	12 d
$a_{\text{extrémité non chargée}}$	10 d	15 d	7 d
$a_{\text{rive chargée}}$	10 d	14 d	7 d
$a_{\text{rive non chargée}}$	5 d	7 d	3 d

DIMENSIONNEMENT À L'AIDE DE FORMULES SIMPLES

Vérification du cisaillement des pointes : on doit avoir $R \geq F$ (effort non-pondéré)

Calcul de la résistance en simple cisaillement (a) [daN]

$$R = 1,4 d \sqrt{e} \times n_{ef} \quad \text{pour les résineux}$$

$$R = 1,9 d \sqrt{e} \times n_{ef} \quad \text{pour les feuillus}$$

Le pré-perçage augmente la résistance de 10%

Pour la connexion de 3 éléments en simple cisaillement doublé avec n pointes de chaque côté (a^*), multiplier ces formules par 2 afin d'obtenir la résistance de l'assemblage complet

Calcul de la résistance en double cisaillement (b) [daN]

(formules valable pour l'assemblage complet)

$$R = 3,2 d \sqrt{e} \times n_{ef} \quad \text{pour les résineux}$$

$$R = 4,5 d \sqrt{e} \times n_{ef} \quad \text{pour les feuillus}$$

Le pré-perçage augmente la résistance de 25%

Avec : d diamètre des pointes
 e épaisseur ou longueur de pénétration la plus petite (minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen})
 n_{ef} nombre efficace de pointes donné par le Tableau 3 et le Tableau 4 ci-dessous

Tableau 3 – Nombre efficace de pointes pour les assemblages sans pré-perçage

n	2	3	4	5	6	7	8	$9 \leq n \leq 12$	$13 \leq n \leq 16$
n_{ef}	1,9	2,8	3,6	4,4	5,2	6,0	6,8	$0,82 \times n$	$0,81 \times n$

Valeurs de n_{ef} simplifiées ; pour un calcul plus fin, voir page 40.

Tableau 4 – Nombre efficace de pointes pour les assemblages avec pré-perçage

n	2	3	4	5	6	7	8	$9 \leq n \leq 12$	$13 \leq n \leq 16$
n_{ef}	1,5	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2	$0,34 \times n$	$0,30 \times n$

Valeurs de n_{ef} simplifiées ; pour un calcul plus fin, voir page 40.

Application Numérique :

Pour un assemblage en simple cisaillement réalisé pour assembler deux pièces en épicea C24 de 45 mm d'épaisseur

En utilisant 2 pointes de diamètre 3,1 mm et de longueur 75 mm, pour reprendre un effort non-pondéré de cisaillement de 30 daN

Il n'est pas nécessaire de pré-percer puisque l'épaisseur des pièces est supérieure à $8d = 8 \times 3,1 = 24,8$ mm

On a une épaisseur $b_1 = b_2 = 45$ mm et une longueur de pénétration $t_{pen} = 75 - 45 = 30$ mm. e est le minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen} soit 30 mm

$F = 30$ daN et $R = 1,4 d \sqrt{e} \times n_{ef} = 1,4 \times 3,1 \sqrt{30} \times 1,9 = 45,2$ daN On a bien $R \geq F$



Si l'assemblage réalisé sollicite le bois en traction transversale, elle doit être vérifiée tel que présenté en page 36.

DIMENSIONNEMENT À L'AIDE DE TABLEAUX DE VALEURS

Vérification du cisaillement des pointes : on doit avoir $R \geq F$ (effort non-pondéré)

R est donnée en daN par lecture directe des tableaux ci-dessous.

Les résistances sont données pour des assemblages sans pré-perçage. Le pré-perçage augmente la résistance de 10%.

Les résistances sont données pour tout l'assemblage et non pas par plan de cisaillement.

Pour la connexion de 3 éléments en simple cisaillement doublé avec n pointes de chaque côté (a^*), multiplier les valeurs fournies pour le simple cisaillement par 2 afin d'obtenir la résistance de l'assemblage complet.

e est définie comme le minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen} (cf. p.8)

Rappel : Il convient de vérifier que le domaine de validité en pages 8 et 9 est respecté, et de vérifier la traction transversale si pertinente

Tableau 5 – Résistance des assemblages bois-bois à l'aide de pointes sans pré-perçage (en daN)

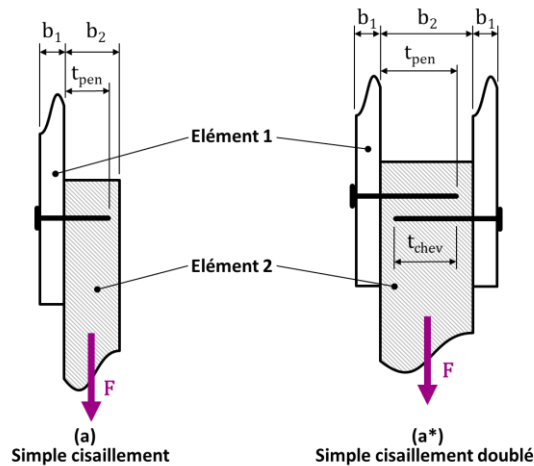
		Dimension minimale	e = 36			e = 45			e = 60			
		e (en mm)	d = 3	d = 4	d = 5	d = 3	d = 4	d = 5	d = 3	d = 4	d = 5	
RESINEUX	SIMPLE CISAILLEMENT	Diamètre des pointes	d (en mm)	d = 3	d = 4	d = 5	d = 3	d = 4	d = 5	d = 3	d = 4	d = 5
		Nombre de pointes	n = 2	47	63	78	53	71	89	61	82	102
			n = 3	69	91	114	78	104	130	90	120	150
			n = 4	89	119	149	101	135	169	117	156	195
			n = 5	110	147	183	125	166	208	144	192	240
			n = 6	130	174	217	148	197	246	170	227	284
			n = 7	143	190	238	162	216	270	187	249	311
			n = 8	163	217	272	185	246	308	213	285	356
	n = 9	183	244	306	208	277	347	240	320	400		
	DOUBLE CISAILLEMENT	Dimension minimale	e (en mm)	e = 36			e = 45			e = 60		
		Diamètre des pointes	d (en mm)	d = 3	d = 4	d = 5	d = 3	d = 4	d = 5	d = 3	d = 4	d = 5
		Nombre de pointes	n = 2	107	143	179	122	162	203	141	187	234
			n = 3	157	209	261	178	237	296	205	274	342
			n = 4	204	273	341	232	309	386	268	357	446
n = 5			252	335	419	285	380	475	329	439	549	
n = 6			298	397	496	337	450	562	390	520	649	
n = 7			326	435	543	370	493	616	427	569	711	
n = 8	373		497	621	422	563	704	488	650	813		
n = 9	419	559	699	475	634	792	549	732	915			
FEUILLUS	SIMPLE CISAILLEMENT	Dimension minimale	e (en mm)	e = 36			e = 45			e = 60		
		Diamètre des pointes	d (en mm)	d = 3	d = 4	d = 5	d = 3	d = 4	d = 5	d = 3	d = 4	d = 5
		Nombre de pointes	n = 2	64	85	106	72	96	120	83	111	139
			n = 3	93	124	155	106	141	176	122	162	203
			n = 4	121	162	202	138	184	229	159	212	265
			n = 5	149	199	249	169	226	282	196	261	326
			n = 6	177	236	295	200	267	334	231	308	386
			n = 7	194	258	323	219	293	366	253	338	422
	n = 8		221	295	369	251	334	418	290	386	483	
	n = 9	249	332	415	282	376	470	326	434	543		
	DOUBLE CISAILLEMENT	Dimension minimale	e (en mm)	e = 36			e = 45			e = 60		
		Diamètre des pointes	d (en mm)	d = 3	d = 4	d = 5	d = 3	d = 4	d = 5	d = 3	d = 4	d = 5
		Nombre de pointes	n = 2	151	201	252	171	228	285	198	264	329
			n = 3	220	294	367	250	333	417	289	385	481
n = 4			288	383	479	326	435	543	376	502	627	
n = 5			354	472	590	401	535	669	463	618	772	
n = 6			419	558	698	475	633	791	548	731	913	
n = 7			458	611	764	520	693	866	600	800	1000	
n = 8	524		699	873	594	792	990	686	915	1143		
n = 9	589	786	982	668	891	1114	772	1029	1286			



Dans tout le document F est l'effort non pondéré appliqué à l'assemblage. Si vous disposez d'un effort F déjà pondéré, divisez-le par 1,35.

1.2. ASSEMBLAGES BOIS-PANNEAU PAR POINTES

PRÉSENTATION DE L'ASSEMBLAGE



F	Effort de cisaillement <u>non pondéré</u>	[daN]
n	Nombre de pointes	
d	Diamètre des pointes	[mm]
b_1	Épaisseur de l'élément 1	[mm]
b_2	Épaisseur de l'élément 2	[mm]
t_{pen}	Longueur de pénétration	[mm]
e	Minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen}	[mm]
t_{chev}	Longueur de chevauchement	[mm]

DOMAINE DE VALIDITÉ DE LA MÉTHODE SIMPLE

- TYPE D'ASSEMBLAGE
 - assemblage bois-panneau par pointes soumis uniquement au cisaillement
 - pointes perpendiculaires au fil du bois
 - au moins 2 pointes par assemblage, 16 pointes maximum
 - la surface de connexion ne doit pas excéder 300x300 mm²
- NATURE DES MATÉRIAUX UTILISÉS
 - Massif/reconstitué résineux C18 à C30, feuillus D18 à D30
 - Lamellé collé résineux GL20 à GL30
 - Panneaux de particules et OSB densité caractéristique $\rho_k \geq 480 \text{ kg/m}^3$
- CHOIX DES POINTES
 - Type pointes lisses, crantées, annelées, torsadées
 - Section circulaire ou carrée
 - Diamètre de 2,5 à 6 mm
 - Qualité d'acier résistance caractéristique en traction $f_{u,k} \geq 600 \text{ N/mm}^2$
- LONGUEUR DE PÉNÉTRATION DU CÔTÉ DE LA POINTE
 - Pointes lisses $t_{pen} \geq 8 d$
 - Autres pointes $t_{pen} \geq 6 d$
- LONGUEUR DE CHEVAUCHEMENT POUR LE SIMPLE CISAILLEMENT DOUBLÉ (a*)
 - $t_{chev} \geq 4 d$
- EXÉCUTION
 - Les zones sollicitées de l'assemblage doivent être exemptes de défauts rédhibitoires
 - Les pointes disposées sur la même fibre de bois doivent être décalées pour éviter le fendage
 - Les bois doivent être pré-perçés lorsque leur épaisseur est inférieure à celle donnée par le tableau ci-dessous



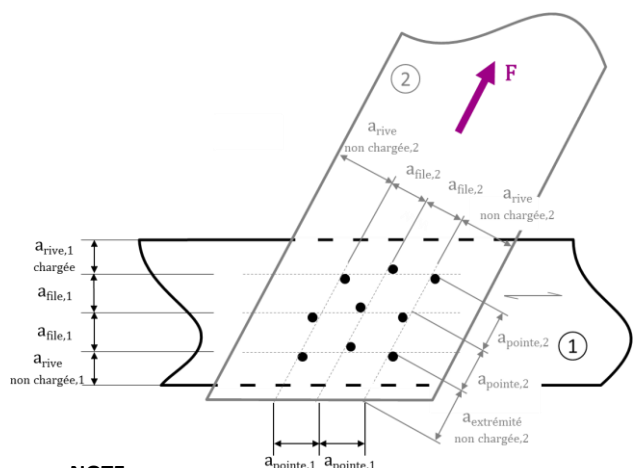
Les méthodes présentées en pages 12 et 13 ne sont valables que si le domaine de validité présenté ici et les règles d'espacements et de distances aux bords présentées en page suivante sont respectés

Tableau 6 – Dimension minimale des bois sans pré-perçage

Essences	Dimension minimale des bois sans pré-perçage
Résineux peu sensibles à la fissuration	$8 d$
Feuillus peu sensibles à la fissuration	$10 d$
Résineux particulièrement sensibles à la fissuration	$17 d$
Feuillus particulièrement sensibles à la fissuration	$21 d$

Essences particulièrement sensibles à la fissuration données par NF EN 1995-1-1/NA clause 8.3.1.2(7) : Douglas et Pin Maritime

RÈGLES SIMPLIFIÉES D'ESPACEMENTS ET DE DISTANCES AUX BORDS



NOTE

Les règles d'espacements et de distances aux bords des pointes présentées ci-dessus sont simplifiées dans le but d'une application aisée. Si pour un dimensionnement d'assemblage les règles simplifiées ci-dessous ne vous permettent pas de placer vos pointes par manque de place, considérez la possibilité d'utiliser les règles complètes d'espacements et de distances aux bords des pointes de l'Eurocode 5 présentées en Annexe, page 37.

Tableau 7 – Espacements et distances aux bords simplifiés

	Bois sans pré-perçage		Bois avec pré-perçage	Panneaux
	Résineux	Feuillus		
a_{pointe}	12 d	15 d	13 d	13 d
a_{file}	5 d	7 d	6 d	6 d
$a_{extrémité}$ chargée	15 d	20 d	20 d	20 d
$a_{extrémité}$ non chargée	10 d	15 d	15 d	15 d
a_{rive} chargée	10 d	14 d	12 d	12 d
a_{rive} non chargée	5 d	7 d	7 d	7 d

DIMENSIONNEMENT À L'AIDE DE FORMULES SIMPLES

Vérification du cisaillement des pointes : on doit avoir $R \geq F$ (effort non-pondéré)

Calcul de la résistance en simple cisaillement (a) [daN]

$$R = 1,5 d \sqrt{e} \times n_{ef} \quad \text{pour les résineux}$$

$$R = 1,9 d \sqrt{e} \times n_{ef} \quad \text{pour les feuillus}$$

Le pré-perçage augmente la résistance de 10%

Pour la connexion de 3 éléments en simple cisaillement doublé avec n pointes de chaque côté (α^*), multiplier ces formules par 2 afin d'obtenir la résistance de l'assemblage complet

Avec : d diamètre des pointes
 e épaisseur ou longueur de pénétration la plus petite (minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen})
 n_{ef} nombre efficace de pointes donné par le Tableau 8 et le Tableau 9 ci-dessous

Tableau 8 – Nombre efficace de pointes pour les assemblages sans pré-perçage

n	2	3	4	5	6	7	8	$9 \leq n \leq 12$	$13 \leq n \leq 16$
n_{ef}	1,9	2,8	3,6	4,4	5,2	6,0	6,8	$0,82 \times n$	$0,81 \times n$

Valeurs de n_{ef} simplifiées ; pour un calcul plus fin, voir page 40.

Tableau 9 – Nombre efficace de pointes pour les assemblages avec pré-perçage

n	2	3	4	5	6	7	8	$9 \leq n \leq 12$	$13 \leq n \leq 16$
n_{ef}	1,5	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2	$0,34 \times n$	$0,30 \times n$

Valeurs de n_{ef} simplifiées ; pour un calcul plus fin, voir page 40.

Application Numérique :

Pour un assemblage en simple cisaillement doublé pour assembler une pièce en épicea C24 de 60 mm et 2 panneaux OSB de 18 mm, en utilisant 2 pointes de diamètre 3,1 mm (une de chaque côté) et de longueur 75 mm, pour reprendre un effort non-pondéré de cisaillement de 30 daN

Il n'est pas nécessaire de pré-percer puisque l'épaisseur du bois C24 est supérieure à $10 d = 10 \times 3,1 = 31$ mm

On a $b_1 = 18$ mm et $b_2 = 60$ mm et une longueur de pénétration $t_{pen} = 75 - 18 = 57$ mm. e est le minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen} soit 18 mm

$F = 30$ daN et $R = 2 \times 1,5 d \sqrt{e} \times n_{ef} = 2 \times 1,5 \times 3,1 \sqrt{18} \times 1 = 39,4$ daN On a bien $R \geq F$



Si l'assemblage réalisé sollicite le bois en traction transversale, elle doit être vérifiée tel que présenté en page 36.

DIMENSIONNEMENT À L'AIDE DE TABLEAUX DE VALEURS

Vérification du cisaillement des pointes : on doit avoir $R \geq F$ (effort non-pondéré)

R est donnée en daN par lecture directe des tableaux ci-dessous.

Les résistances sont données pour des assemblages sans pré-perçage. Le pré-perçage augmente la résistance de 10%.

Pour la connexion de 3 éléments en simple cisaillement doublé avec n pointes de chaque côté (a^*), multiplier les valeurs fournies par 2 afin d'obtenir la résistance de l'assemblage complet.

e est définie comme le minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen} (cf. p.11)

Rappel : Il convient de vérifier que le domaine de validité en p. 11 et 12 est respecté, et de vérifier la traction transversale si pertinente

Tableau 10 – Résistance des assemblages bois-panneaux à l'aide de pointes en simple cisaillement sans pré-perçage (en daN)

	Dimension minimale	e (en mm)	$e = 10$				$e = 12$				$e = 15$			
	Diamètre des pointes	d (en mm)	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$
RESINEUX	Nombre de pointes	$n = 2$	27	36	45	54	29	39	49	59	33	44	55	66
		$n = 3$	39	52	65	79	43	57	72	86	48	64	80	96
		$n = 4$	51	68	85	102	56	75	94	112	63	84	105	125
		$n = 5$	63	84	105	126	69	92	115	138	77	103	129	154
		$n = 6$	75	99	124	149	82	109	136	163	91	122	152	183
		$n = 7$	82	109	136	163	89	119	149	179	100	133	167	200
		$n = 8$	93	124	156	187	102	136	170	205	114	152	191	229
		$n = 9$	105	140	175	210	115	153	192	230	129	171	214	257
	Dimension minimale	e (en mm)	$e = 20$				$e = 25$				$e = 30$			
	Diamètre des pointes	d (en mm)	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$
	Nombre de pointes	$n = 2$	38	51	63	76	43	57	71	85	47	62	78	93
		$n = 3$	56	74	93	111	62	83	104	124	68	91	113	136
		$n = 4$	72	97	121	145	81	108	135	162	89	118	148	177
		$n = 5$	89	119	149	178	100	133	166	199	109	146	182	218
$n = 6$		105	141	176	211	118	157	197	236	129	172	215	258	
$n = 7$		116	154	193	231	129	172	215	258	141	189	236	283	
$n = 8$		132	176	220	264	148	197	246	295	162	216	269	323	
$n = 9$	149	198	248	297	166	221	277	332	182	243	303	364		
FEUILLUS	Dimension minimale	e (en mm)	$e = 10$				$e = 12$				$e = 15$			
	Diamètre des pointes	d (en mm)	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$
	Nombre de pointes	$n = 2$	34	45	57	68	37	50	62	75	42	56	70	83
		$n = 3$	50	66	83	99	54	73	91	109	61	81	102	122
		$n = 4$	65	87	108	130	71	95	118	142	79	106	132	159
		$n = 5$	80	106	133	160	87	117	146	175	98	130	163	196
		$n = 6$	94	126	157	189	103	138	172	207	116	154	193	231
		$n = 7$	103	138	172	207	113	151	189	227	127	169	211	253
		$n = 8$	118	158	197	236	130	173	216	259	145	193	241	290
		$n = 9$	133	177	222	266	146	194	243	291	163	217	272	326
	Dimension minimale	e (en mm)	$e = 20$				$e = 25$				$e = 30$			
	Diamètre des pointes	d (en mm)	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$
	Nombre de pointes	$n = 2$	48	64	80	96	54	72	90	108	59	79	98	118
		$n = 3$	70	94	117	141	79	105	131	157	86	115	144	172
$n = 4$		92	122	153	184	103	137	171	205	112	150	187	225	
$n = 5$		113	151	188	226	126	168	210	253	138	184	231	277	
$n = 6$		134	178	223	267	149	199	249	299	164	218	273	327	
$n = 7$		146	195	244	293	164	218	273	327	179	239	299	358	
$n = 8$		167	223	279	334	187	249	312	374	205	273	341	410	
$n = 9$	188	251	314	376	210	280	351	421	230	307	384	461		



Dans tout le document F est l'effort non pondéré appliqué à l'assemblage. Si vous disposez d'un effort F déjà pondéré, divisez-le par 1,35.

BOULONS ET BROCHES

INTRODUCTION

Les méthodes simplifiées présentées dans la section ci-après ont pour objectif de permettre un dimensionnement simple à froid des assemblages de structures bois par boulons et broches (bois-bois et bois-métal), tout en assurant une conformité aux principes de l'Eurocode 5.

Ces méthodes simples sont présentées séparément pour chaque couple de matériaux à assembler (bois-bois et bois-métal). **Elles ne sont valides que dans les limites des domaines de validité et pour les espacements et distances aux bords qui sont définis pour chaque couple de matériaux.**

Pour chaque couple de matériaux à assembler, un schéma général introduit les principales notations utilisées dans les formules de calcul.

Le paragraphe « **Domaine de validité de la méthode simple** » donne les exigences à respecter (matériaux, critères d'exécution...) afin de pouvoir utiliser les formules simples et tableaux de valeurs.

Le paragraphe « **Règles simplifiées d'espacements et de distances aux bords** » permet de déterminer très simplement les espacements et distances aux bords requis. Si au contraire on souhaite optimiser le positionnement des boulons et broches, il faut utiliser les règles complètes d'espacements et de distances aux bords de l'Eurocode 5 présentées en Annexe, page 38.

Le paragraphe « **Dimensionnement à l'aide de formules simples** » permet pour un assemblage connu de calculer sa résistance en cisaillement afin de la comparer à l'effort auquel il est soumis. Des applications numériques sont présentées.

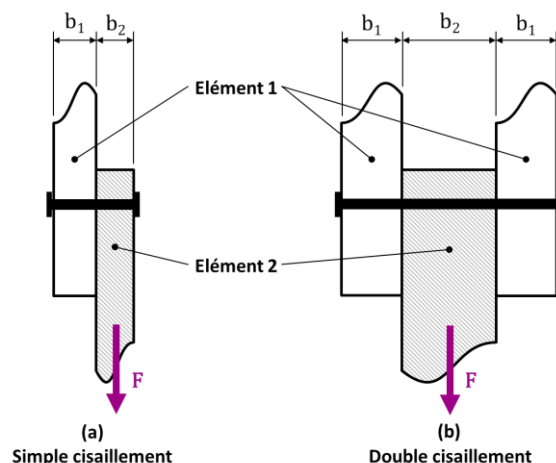
Le paragraphe « **Dimensionnement à l'aide de tableaux de valeurs** » permet également pour un assemblage connu de calculer sa résistance en cisaillement, mais cette fois-ci par une lecture directe.

En complément de la vérification au cisaillement des boulons et broches, il est nécessaire de **vérifier lorsque c'est pertinent la traction transversale** dans le bois autour des boulons et broches. C'est le cas dès que l'effort est appliqué à un angle avec le fil du bois. La méthode de vérification est présentée en Annexe, page 36.

Les efforts mentionnés dans toute cette section sont des efforts réels. Ils sont issus directement de la descente de charges réelles appliquées sur la structure, **sans besoin de les pondérer par des coefficients complémentaires.** Les coefficients de sécurité sont déjà inclus dans les formules présentées. **Si vous ne disposez pas des efforts réels appliqués à votre structure mais uniquement des efforts pondérés**, divisez-les par 1,35 pour retrouver des efforts réels non-pondérés afin de pouvoir utiliser les formules de cette section.

2.1. ASSEMBLAGES BOIS-BOIS PAR BOULONS ET BROCHES

PRÉSENTATION DE L'ASSEMBLAGE



F	Effort de cisaillement <u>non pondéré</u>	[daN]
n	Nombre de boulons/broches	
d	Diamètre des boulons/broches	[mm]
b_1	Épaisseur de l'élément 1	[mm]
b_2	Épaisseur de l'élément 2	[mm]
e	Minimum entre b_1 et b_2	[mm]

DOMAINE DE VALIDITÉ DE LA MÉTHODE SIMPLE

- TYPE D'ASSEMBLAGE
 - assemblage bois-bois par boulons et broches soumis uniquement au cisaillement
 - boulons et broches perpendiculaires au fil du bois
 - 5 organes maximum
 - la surface de connexion ne doit pas excéder 300x300 mm²
- NATURE DES BOIS UTILISÉS
 - Massif/reconstitué résineux C18 à C30, feuillus D18 à D30
 - Lamellé collé résineux GL20 à GL30
 - Épaisseur de 36 à 200 mm
- CHOIX DES BOULONS
 - Diamètre de 12 à 20 mm
 - Qualité d'acier résistance caractéristique en traction $f_{u,k} \geq 400 \text{ N/mm}^2$
- CHOIX DES BROCHES
 - Diamètre de 8 à 18 mm
 - Qualité d'acier résistance caractéristique en traction $f_{u,k} \geq 400 \text{ N/mm}^2$
- EXÉCUTION
 - Les zones sollicitées de l'assemblage doivent être exemptes de défauts rédhibitoires
 - Les boulons et broches disposés sur la même fibre de bois doivent être décalés pour éviter le fendage



Les méthodes présentées en pages 17 et 18 ne sont valables que si le domaine de validité présenté ici et les règles d'espacements et de distances aux bords présentées en page suivante sont respectés

RÈGLES SIMPLIFIÉES D'ESPACEMENTS ET DE DISTANCES AUX BORDS

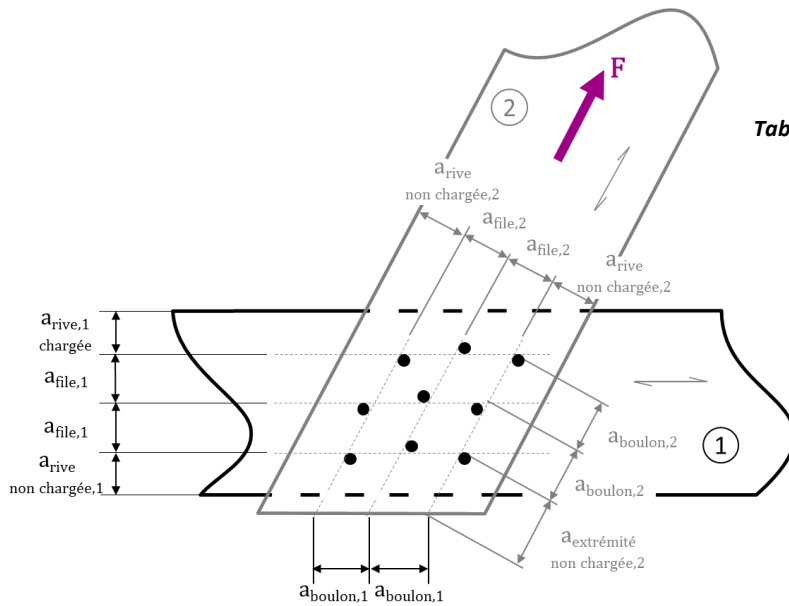


Tableau 11 – Espacements et distances aux bords simplifiés

	Distances
a_{boulon} (ou a_{broche})	5 d
a_{file}	4 d
$a_{extrémité}$ chargée	7 d
$a_{extrémité}$ non chargée	7 d
a_{rive} chargée	4 d
a_{rive} non chargée	3 d

NOTE

Les règles d'espacements et de distances aux bords des boulons et broches présentées ci-dessus sont simplifiées dans le but d'une application aisée. Si pour un dimensionnement d'assemblage les règles simplifiées ci-dessous ne vous permettent pas de placer vos boulons et broches par manque de place, considérez la possibilité d'utiliser les règles complètes d'espacements et de distances aux bords des boulons et broches de l'Eurocode 5 présentées en Annexe, page 38.

DIMENSIONNEMENT À L'AIDE DE FORMULES SIMPLES

Vérification du cisaillement des boulons et broches : on doit avoir $R \geq F$ (effort non-pondéré)

Calcul de la résistance en simple cisaillement (a) [daN]

$$R = 1,7 d \sqrt{e} \times n_{ef} \text{ pour les résineux}$$

$$R = 2,5 d \sqrt{e} \times n_{ef} \text{ pour les feuillus}$$

Formules valables pour les boulons
Pour les broches multiplier par 0,8

Calcul de la résistance en double cisaillement (b) [daN]

(formule valable pour l'assemblage complet)

$$R = 3,2 d \sqrt{e} \times n_{ef} \text{ pour les résineux}$$

$$R = 5,9 d \sqrt{e} \times n_{ef} \text{ pour les feuillus}$$

Formules valables pour les boulons
Pour les broches multiplier par 0,8

Avec : d diamètre des boulons et broches
 e épaisseur minimale des pièces
 n_{ef} nombre efficace de boulons et broches donné par le tableau ci-dessous

Tableau 12 – Nombre efficace de boulons ou broches

n	1	2	3	4	5
n_{ef}	1	1,5	2,1	2,7	3,4

Valeurs de n_{ef} simplifiées ; pour un calcul plus fin, voir page 40.


Application Numérique :

Pour un assemblage en simple cisaillement réalisé pour assembler deux pièces en épicea C24 de 75 mm d'épaisseur

En utilisant 2 boulons de diamètre 16 mm, pour reprendre un effort non-pondéré de cisaillement de 300 daN

On a une épaisseur $b_1 = b_2 = 75$ mm. e est le minimum entre b_1 et b_2 soit 75 mm

$F = 300$ daN et $R = 1,7 d \sqrt{e} \times n_{ef} = 1,7 \times 16 \sqrt{75} \times 1,5 = 353$ daN On a bien $R \geq F$



Si l'assemblage réalisé sollicite le bois en traction transversale, elle doit être vérifiée tel que présenté en page 36.

DIMENSIONNEMENT À L'AIDE DE TABLEUX DE VALEURS

Vérification du cisaillement des boulons et broches : on doit avoir $R \geq F$ (effort non-pondéré)

R est donné en daN par lecture directe des tableaux ci-dessous.

Les résistances sont données pour tout l'assemblage et non pas par plan de cisaillement.

Les valeurs sont données pour les boulons. Pour les broches multiplier par 0,8.

e est définie comme le minimum entre b_1 et b_2 et (cf. p.16)

Rappel : Il convient de vérifier que le domaine de validité en p. 16 et 17 est respecté, et de vérifier la traction transversale si pertinente

Tableau 13 – Résistance des assemblages bois-bois à l'aide de boulons (en daN)

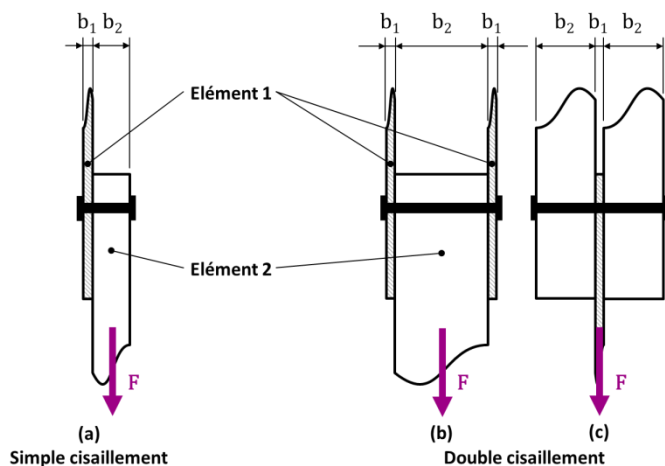
		Épaisseur minimale	e = 60			e = 75			e = 90			
		e (en mm)	d = 12	d = 16	d = 20	d = 12	d = 16	d = 20	d = 12	d = 16	d = 20	
RESINEUX	SIMPLE CISAILLEMENT	Diamètre des boulons	d (en mm)	d = 12	d = 16	d = 20	d = 12	d = 16	d = 20	d = 12	d = 16	d = 20
		Nombre de boulons	n = 1	158	211	263	177	236	294	194	258	323
			n = 2	232	310	387	260	346	433	284	379	474
			n = 3	334	446	557	374	499	623	410	546	683
			n = 4	433	578	722	484	646	807	531	708	885
	n = 5	530	706	883	592	790	987	649	865	1081		
	DOUBLE CISAILLEMENT	Diamètre des boulons	d (en mm)	d = 12	d = 16	d = 20	d = 12	d = 16	d = 20	d = 12	d = 16	d = 20
		Nombre de boulons	n = 1	297	397	496	333	443	554	364	486	607
			n = 2	437	583	729	489	652	815	535	714	892
			n = 3	630	839	1049	704	939	1173	771	1028	1285
n = 4			816	1088	1359	912	1216	1520	999	1332	1665	
n = 5	997	1329	1662	1115	1486	1858	1221	1628	2035			
FEUILLUS	SIMPLE CISAILLEMENT	Diamètre des boulons	d (en mm)	d = 12	d = 16	d = 20	d = 12	d = 16	d = 20	d = 12	d = 16	d = 20
		Nombre de boulons	n = 1	232	310	387	260	346	433	285	379	474
			n = 2	341	455	569	382	509	636	418	558	697
			n = 3	492	656	820	550	733	917	602	803	1004
			n = 4	637	850	1062	712	950	1187	780	1041	1301
	n = 5	779	1039	1298	871	1161	1452	954	1272	1590		
	DOUBLE CISAILLEMENT	Diamètre des boulons	d (en mm)	d = 12	d = 16	d = 20	d = 12	d = 16	d = 20	d = 12	d = 16	d = 20
		Nombre de boulons	n = 1	548	731	914	613	818	1022	672	896	1119
			n = 2	806	1075	1343	901	1201	1502	987	1316	1645
			n = 3	1161	1548	1935	1298	1730	2163	1422	1896	2370
n = 4			1504	2005	2507	1681	2242	2802	1842	2456	3070	
n = 5	1838	2451	3064	2055	2741	3426	2252	3002	3753			



Dans tout le document F est l'effort non pondéré appliqué à l'assemblage. Si vous disposez d'un effort F déjà pondéré, divisez-le par 1,35.

2.2. ASSEMBLAGES BOIS-MÉTAL PAR BOULONS ET BROCHES

PRÉSENTATION DE L'ASSEMBLAGE



F	Effort de cisaillement <u>non pondéré</u>	[daN]
n	Nombre de boulons/broches	
d	Diamètre des boulons/broches	[mm]
b_1	Épaisseur de la pièce métallique	[mm]
b_2	Épaisseur de la (des) pièce(s) bois	[mm]
e	$= b_2$	[mm]

DOMAINE DE VALIDITÉ DE LA MÉTHODE SIMPLE

- TYPE D'ASSEMBLAGE
 - assemblage bois-métal par boulons et broches soumis uniquement au cisaillement
 - boulons et broches perpendiculaires au fil du bois
 - 5 organes maximum
 - la surface de connexion ne doit pas excéder 300x300 mm²
- NATURE DES BOIS UTILISÉS
 - Massif/reconstitué résineux C18 à C30, feuillus D18 à D30
 - Lamellé collé résineux GL20 à GL30
 - Épaisseur de 36 à 200 mm
- PLAQUES D'ACIER
 - Épaisseur de 4 à 10 mm
- CHOIX DES BOULONS
 - Diamètre de 12 à 20 mm
 - Qualité d'acier résistance caractéristique en traction $f_{u,k} \geq 400 \text{ N/mm}^2$
- CHOIX DES BROCHES
 - Diamètre de 8 à 18 mm
 - Qualité d'acier résistance caractéristique en traction $f_{u,k} \geq 400 \text{ N/mm}^2$
- EXÉCUTION
 - Les zones sollicitées de l'assemblage doivent être exemptes de défauts rédhibitoires
 - Les boulons et broches disposés sur la même fibre de bois doivent être décalés pour éviter le fendage



Les méthodes présentées en pages 20 et 21 ne sont valables que si le domaine de validité présenté ici et les règles d'espacements et de distances aux bords présentées en page suivante sont respectés

RÈGLES SIMPLIFIÉES D'ESPACEMENTS ET DE DISTANCES AUX BORDS

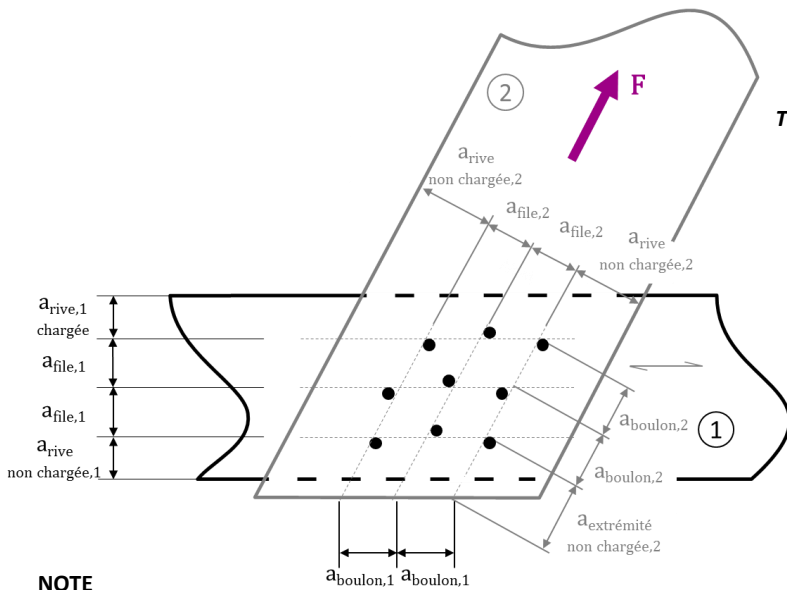


Tableau 14 – Espacements et distances aux bords simplifiés

	Distances
a_{boulon} (ou a_{broche})	5 d
a_{file}	4 d
$a_{extrémité}$ chargée	7 d
$a_{extrémité}$ non chargée	7 d
a_{rive} chargée	4 d
a_{rive} non chargée	3 d

NOTE

Les règles d'espacements et de distances aux bords des boulons et broches présentées ci-dessus sont simplifiées dans le but d'une application aisée. Si pour un dimensionnement d'assemblage les règles simplifiées ci-dessous ne vous permettent pas de placer vos boulons et broches par manque de place, considérez la possibilité d'utiliser les règles complètes d'espacements et de distances aux bords des boulons et broches de l'Eurocode 5 présentées en Annexe, page 38.

DIMENSIONNEMENT À L'AIDE DE FORMULES SIMPLES

Vérification du cisaillement des boulons et broches : on doit avoir $R \geq F$ (effort non-pondéré)

<p>Calcul de la résistance en <u>simple</u> cisaillement (a) [daN]</p> <p>$R = 1,3 d \sqrt{e} \times n_{ef}$ pour les résineux $R = 1,7 d \sqrt{e} \times n_{ef}$ pour les feuillus</p> <p>Formules valables pour les boulons Pour les broches multiplier par 0,8</p>	<p>Calcul de la résistance en <u>double</u> cisaillement avec <u>métal à l'extérieur</u> (b) [daN]</p> <p>(formules valables pour l'assemblage complet)</p> <p>$R = 2,7 d \sqrt{e} \times n_{ef}$ pour les résineux $R = 3,6 d \sqrt{e} \times n_{ef}$ pour les feuillus</p> <p>Formules valables pour les boulons Pour les broches multiplier par 0,8</p>	<p>Calcul de la résistance en <u>double</u> cisaillement avec <u>métal au centre</u> (c) [daN]</p> <p>(formules valables pour l'assemblage complet)</p> <p>$R = 3,5 d \sqrt{e} \times n_{ef}$ pour les résineux $R = 4,8 d \sqrt{e} \times n_{ef}$ pour les feuillus</p> <p>Formules valables pour les boulons Pour les broches multiplier par 0,8</p>
---	--	--

Avec : d diamètre des boulons et broches
 e épaisseur minimale des pièces de bois
 n_{ef} nombre efficace de boulons et broches donné par le tableau ci-dessous

Tableau 15 – Nombre efficace de boulons ou broches

n	1	2	3	4	5
n_{ef}	1	1,5	2,1	2,7	3,4

Valeurs de n_{ef} simplifiées ; pour un calcul plus fin, voir page 40.

Application Numérique :

Pour un assemblage en double cisaillement réalisé pour assembler deux pièces en épicea de 75 mm avec une plaque métallique de 4 mm au centre. En utilisant 2 boulons de diamètre 12 mm, pour reprendre un effort non-pondéré de cisaillement de 500 daN. On a $a = b_2 = 75$ mm, et un assemblage double cisaillement avec métal au centre avec :
 $F = 500$ daN et $R = 3,5 d \sqrt{e} \times n_{ef} = 3,5 \times 12 \sqrt{75} \times 1,5 = 545$ daN. On a bien $R \geq F$

Si l'assemblage réalisé sollicite le bois en traction transversale, elle doit être vérifiée tel que présenté en page 36.

DIMENSIONNEMENT À L'AIDE DE TABLEAUX DE VALEURS

Vérification du cisaillement des boulons et broches : on doit avoir $R \geq F$ (effort non-pondéré)

R est donné en daN par lecture directe des tableaux ci-dessous.

Les résistances sont données pour tout l'assemblage et non pas par plan de cisaillement.

Les valeurs sont données pour les boulons. Pour les broches multiplier par 0,8.

e est définie comme l'épaisseur minimale de la (des) pièce(s) de bois (cf. p.19)

Rappel : Il convient de vérifier que le domaine de validité en p. 19 et 20 est respecté, et de vérifier la traction transversale si pertinente

Tableau 16 – Résistance des assemblages bois-métal à l'aide de boulons (en daN)

		Épaisseur minimale e (en mm)		$e = 60$			$e = 90$			$e = 120$		
		Diamètre des boulons d (en mm)	$d = 12$	$d = 16$	$d = 20$	$d = 12$	$d = 16$	$d = 20$	$d = 12$	$d = 16$	$d = 20$	
RESINEUX	SIMPLE CISAILLEMENT	Nombre de boulons	$n = 1$	121	161	201	148	197	247	171	228	285
			$n = 2$	178	237	296	217	290	362	251	335	419
			$n = 3$	256	341	426	313	418	522	362	482	603
			$n = 4$	331	442	552	406	541	676	469	625	781
			$n = 5$	405	540	675	496	661	827	573	764	955
	DOUBLE CISAILLEMENT MÉTAL À L'EXTÉRIEUR	Nombre de boulons	$n = 1$	251	335	418	307	410	512	355	473	592
			$n = 2$	369	492	615	452	602	753	522	695	869
			$n = 3$	531	708	885	651	868	1084	751	1002	1252
			$n = 4$	688	918	1147	843	1124	1405	973	1298	1622
			$n = 5$	841	1122	1402	1030	1374	1717	1190	1586	1983
	DOUBLE CISAILLEMENT MÉTAL AU CENTRE	Nombre de boulons	$n = 1$	325	434	542	398	531	664	460	613	767
			$n = 2$	478	637	797	586	781	976	676	901	1127
			$n = 3$	689	918	1148	843	1125	1406	974	1299	1623
			$n = 4$	892	1190	1487	1093	1457	1821	1262	1682	2103
			$n = 5$	1091	1454	1818	1336	1781	2226	1542	2056	2571
FEUILLUS	SIMPLE CISAILLEMENT	Nombre de boulons	$n = 1$	158	211	263	194	258	323	223	298	372
			$n = 2$	232	310	387	284	379	474	328	438	547
			$n = 3$	334	446	557	410	546	683	473	631	788
			$n = 4$	433	578	722	531	708	885	613	817	1021
			$n = 5$	530	706	883	649	865	1081	749	999	1249
	DOUBLE CISAILLEMENT MÉTAL À L'EXTÉRIEUR	Nombre de boulons	$n = 1$	335	446	558	410	546	683	473	631	789
			$n = 2$	492	656	820	602	803	1004	695	927	1159
			$n = 3$	708	944	1181	868	1157	1446	1002	1336	1670
			$n = 4$	918	1224	1529	1124	1498	1873	1298	1730	2163
			$n = 5$	1122	1496	1870	1374	1832	2290	1586	2115	2644
	DOUBLE CISAILLEMENT MÉTAL AU CENTRE	Nombre de boulons	$n = 1$	446	595	744	546	729	911	631	841	1052
			$n = 2$	656	874	1093	803	1071	1338	927	1236	1545
			$n = 3$	944	1259	1574	1157	1542	1928	1336	1781	2226
			$n = 4$	1224	1631	2039	1498	1998	2497	1730	2307	2884
			$n = 5$	1496	1994	2493	1832	2442	3053	2115	2820	3525



Dans tout le document F est l'effort non pondéré appliqué à l'assemblage. Si vous disposez d'un effort F déjà pondéré, divisez-le par 1,35.

VIS ET TIREFONDS

INTRODUCTION

Les méthodes simplifiées présentées dans la section ci-après ont pour objectif de permettre un dimensionnement simple à froid des assemblages de structures bois par vis et tirefonds (bois-bois, bois-panneau et bois-métal), tout en assurant une conformité aux principes de l'Eurocode 5.

Ces méthodes simples sont présentées séparément pour chaque couple de matériaux à assembler (bois-bois, bois-panneau et bois-métal). **Elles ne sont valides que dans les limites des domaines de validité et pour les espacements et distances aux bords qui sont définis pour chaque couple de matériaux.**

Pour chaque couple de matériaux à assembler, un schéma général introduit les principales notations utilisées dans les formules de calcul.

Le paragraphe « **Domaine de validité de la méthode simple** » donne les exigences à respecter (matériaux, critères d'exécution...) afin de pouvoir utiliser les formules simples et tableaux de valeurs.

Le paragraphe « **Règles simplifiées d'espacements et de distances aux bords** » permet de déterminer très simplement les espacements et distances aux bords requis. Si au contraire on souhaite optimiser le positionnement des vis et tirefonds, il faut utiliser les règles complètes d'espacements et de distances aux bords de l'Eurocode 5 présentées en Annexe, page 38.

Le paragraphe « **Dimensionnement à l'aide de formules simples** » permet pour un assemblage connu de calculer sa résistance en cisaillement afin de la comparer à l'effort auquel il est soumis. Des applications numériques sont présentées.

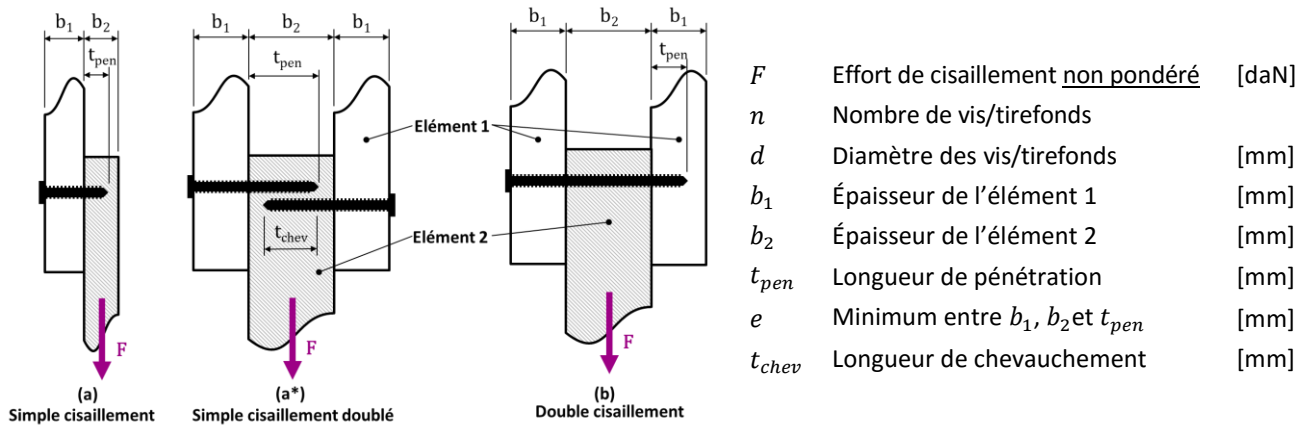
Le paragraphe « **Dimensionnement à l'aide de tableaux de valeurs** » permet également pour un assemblage connu de calculer sa résistance en cisaillement, mais cette fois-ci par une lecture directe.

En complément de la vérification au cisaillement des vis et tirefonds, il est nécessaire de **vérifier lorsque c'est pertinent la traction transversale** dans le bois autour des vis et tirefonds. C'est le cas dès que l'effort est appliqué à un angle avec le fil du bois. La méthode de vérification est présentée en Annexe, page 36.

Les efforts mentionnés dans toute cette section sont des efforts réels. Ils sont issus directement de la descente de charges réelles appliquées sur la structure, **sans besoin de les pondérer par des coefficients complémentaires.** Les coefficients de sécurité sont déjà inclus dans les formules présentées. **Si vous ne disposez pas des efforts réels appliqués à votre structure mais uniquement des efforts pondérés,** divisez-les par 1,35 pour retrouver des efforts réels non-pondérés afin de pouvoir utiliser les formules de cette section.

3.1. ASSEMBLAGES BOIS-BOIS PAR VIS ET TIREFONDS

PRÉSENTATION DE L'ASSEMBLAGE



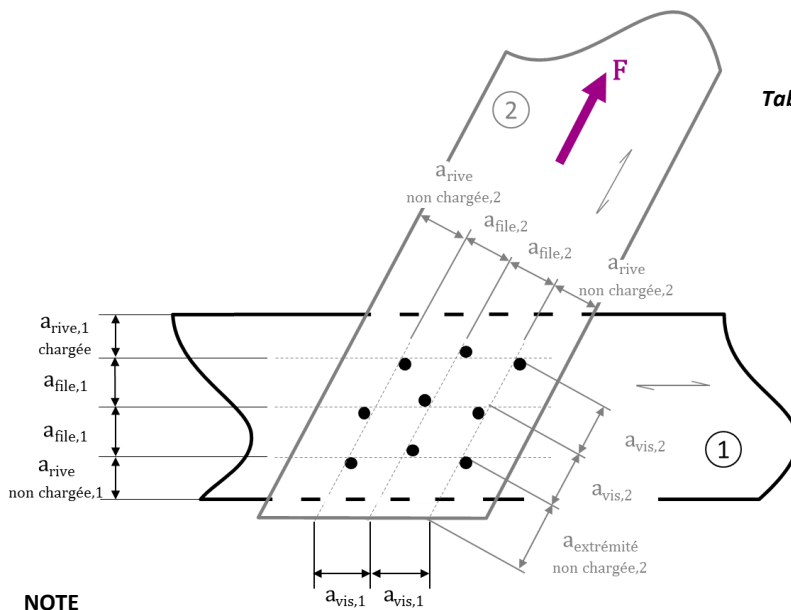
DOMAINE DE VALIDITÉ DE LA MÉTHODE SIMPLE

- TYPE D'ASSEMBLAGE
 - assemblage bois-bois par vis ou tirefonds soumis uniquement au cisaillement
 - vis et tirefonds perpendiculaires au fil du bois
 - au moins 2 vis/tirefonds par assemblage, 9 vis/tirefonds maximum
 - la surface de connexion ne doit pas excéder 300x300 mm²
- NATURE DES BOIS UTILISÉS
 - Massif/reconstitué résineux C18 à C30, feuillus D18 à D30
 - Lamellé collé résineux GL20 à GL30
- CHOIX DES VIS ET TIREFONDS
 - Diamètre de 6 à 12 mm
 - Qualité d'acier résistance caractéristique en traction $f_{u,k} \geq 600 \text{ N/mm}^2$
 - Longueur de pénétration de la partie fileté $t_{pen} \geq 6 d$
- LONGUEUR DE CHEVAUCHEMENT POUR LE SIMPLE CISAILLEMENT DOUBLÉ (a*)
 - $t_{chev} \geq 4 d$
- EXÉCUTION
 - Les zones sollicitées de l'assemblage doivent être exemptes de défauts rédhibitoires
 - Les vis et tirefonds disposés sur la même fibre de bois doivent être décalés pour éviter le fendage
 - Les bois doivent être pré-perçés



Les méthodes présentées en pages 25 et 26 ne sont valables que si le domaine de validité présenté ici et les règles d'espacements et de distances aux bords présentées en page suivante sont respectés

RÈGLES SIMPLIFIÉES D'ESPACEMENTS ET DE DISTANCES AUX BORDS



NOTE

Les règles d'espacements et de distances aux bords des vis et tirefonds présentées ci-dessus sont simplifiées dans le but d'une application aisée. Si pour un dimensionnement d'assemblage les règles simplifiées ci-dessous ne vous permettent pas de placer vos vis et tirefonds par manque de place, considérez la possibilité d'utiliser les règles complètes d'espacements et de distances aux bords des vis et tirefonds de l'Eurocode 5 présentées en Annexe, page 38.

Tableau 17 – Espacements et distances aux bords simplifiés

	Distances
a_{vis}	$5 d$
a_{file}	$4 d$
$a_{extrémité}$ chargée	$7 d$
$a_{extrémité}$ non chargée	$7 d$
a_{rive} chargée	$4 d$
a_{rive} non chargée	$3 d$

DIMENSIONNEMENT À L'AIDE DE FORMULES SIMPLES

Vérification du cisaillement des vis et tirefonds : on doit avoir $R \geq F$ (effort non-pondéré)

Calcul de la résistance en simple cisaillement (a) [daN]

$$R = 2,6 d \sqrt{e} \times n_{ef} \quad \text{pour les résineux}$$

$$R = 4,3 d \sqrt{e} \times n_{ef} \quad \text{pour les feuillus}$$

Pour la connexion de 3 éléments en simple cisaillement doublé avec n vis/tirefonds de chaque côté (a^*), multiplier ces formules par 2 pour avoir la résistance de l'assemblage complet

Calcul de la résistance en double cisaillement (b) [daN]

(formule valable pour l'assemblage complet)

$$R = 4,1 d \sqrt{e} \times n_{ef} \quad \text{pour les résineux}$$

$$R = 8,2 d \sqrt{e} \times n_{ef} \quad \text{pour les feuillus}$$

Avec : d diamètre des vis et tirefonds
 e épaisseur ou longueur de pénétration la plus petite (minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen})
 n_{ef} nombre efficace de vis et tirefonds donné par le tableau ci-dessous

Tableau 18 – Nombre efficace de vis ou tirefonds

n	2	3	4	5	6	7	8	9
n_{ef}	1,5	2,1	2,7	3,4	3,9	4,5	5,1	5,7

Valeurs de n_{ef} simplifiées ; pour un calcul plus fin, voir page 40.

Application Numérique :

Pour un assemblage en simple cisaillement réalisé pour assembler deux pièces en épicea C24 de 45 mm d'épaisseur

En utilisant 2 vis de diamètre 6 mm et de longueur 75 mm, pour reprendre un effort non-pondéré de cisaillement de 100 daN

On a une épaisseur $b_1 = b_2 = 45$ mm et une longueur de pénétration $t_{pen} = 75 - 45 = 30$ mm. e est le minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen} soit 30 mm

$F = 100$ daN et $R = 2,6 d \sqrt{e} \times n_{ef} = 2,6 \times 6 \sqrt{30} \times 1,5 = 128$ daN On a bien $R \geq F$



Si l'assemblage réalisé sollicite le bois en traction transversale, elle doit être vérifiée tel que présenté en page 36.

DIMENSIONNEMENT À L'AIDE DE TABLEAUX DE VALEURS

Vérification du cisaillement des vis et tirefonds : on doit avoir $R \geq F$ (effort non-pondéré)

R est donné en daN par lecture directe des tableaux ci-dessous.

Les résistances sont données pour tout l'assemblage et non pas par plan de cisaillement.

Pour la connexion de 3 éléments en simple cisaillement doublé avec n vis/tirefonds de chaque côté (a^*), multiplier les valeurs fournies pour le simple cisaillement par 2 afin d'obtenir la résistance de l'assemblage complet.

e est définie comme le minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen} (cf. p.24)

Rappel : Il convient de vérifier que le domaine de validité en p. 24 et 25 est respecté, et de vérifier la traction transversale si pertinente

Tableau 19 – Résistance des assemblages bois-bois à l'aide de vis et tirefonds (en daN)

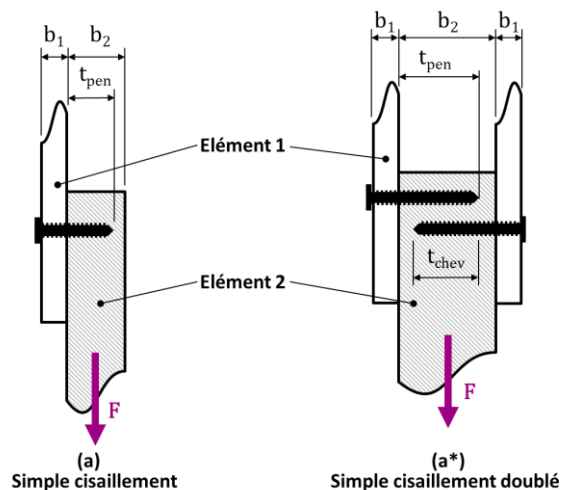
RESINEUX	SIMPLE CISAILLEMENT	Dimension minimale	e (en mm)	$e = 60$			$e = 75$			$e = 90$		
		Diamètre des vis	d (en mm)	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$
		Nombre de vis	$n = 2$	178	237	296	199	265	331	217	290	362
$n = 3$	256	341	426	286	381	477	313	418	522			
$n = 4$	331	442	552	370	494	617	406	541	676			
$n = 5$	405	540	675	453	604	755	496	661	827			
$n = 6$	477	636	796	534	712	889	585	779	974			
$n = 7$	548	731	914	613	817	1022	672	895	1119			
$n = 8$	618	824	1031	691	922	1152	757	1010	1262			
$n = 9$	688	917	1146	769	1025	1281	842	1123	1403			
RESINEUX	DOUBLE CISAILLEMENT	Dimension minimale	e (en mm)	$e = 60$			$e = 75$			$e = 90$		
		Diamètre des vis	d (en mm)	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$
		Nombre de vis	$n = 2$	280	373	467	313	417	522	343	457	572
$n = 3$	403	538	672	451	601	752	494	659	823			
$n = 4$	523	697	871	584	779	974	640	853	1067			
$n = 5$	639	852	1065	714	952	1190	782	1043	1304			
$n = 6$	753	1004	1254	842	1122	1403	922	1229	1536			
$n = 7$	865	1153	1441	967	1289	1611	1059	1412	1765			
$n = 8$	975	1300	1625	1090	1454	1817	1194	1592	1990			
$n = 9$	1084	1446	1807	1212	1616	2020	1328	1770	2213			
FEUILLUS	SIMPLE CISAILLEMENT	Dimension minimale	e (en mm)	$e = 60$			$e = 75$			$e = 90$		
		Diamètre des vis	d (en mm)	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$
		Nombre de vis	$n = 2$	294	392	489	328	438	547	360	480	599
$n = 3$	423	564	705	473	631	788	518	691	863			
$n = 4$	548	731	913	613	817	1021	671	895	1119			
$n = 5$	670	893	1117	749	999	1248	820	1094	1367			
$n = 6$	789	1053	1316	883	1177	1471	967	1289	1611			
$n = 7$	907	1209	1511	1014	1352	1690	1111	1481	1851			
$n = 8$	1023	1364	1704	1143	1524	1906	1253	1670	2088			
$n = 9$	1137	1516	1895	1271	1695	2119	1393	1857	2321			
FEUILLUS	DOUBLE CISAILLEMENT	Dimension minimale	e (en mm)	$e = 60$			$e = 75$			$e = 90$		
		Diamètre des vis	d (en mm)	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$
		Nombre de vis	$n = 2$	560	747	933	626	835	1044	686	915	1143
$n = 3$	807	1076	1344	902	1203	1503	988	1317	1647			
$n = 4$	1045	1393	1742	1168	1558	1947	1280	1707	2133			
$n = 5$	1278	1703	2129	1428	1904	2381	1565	2086	2608			
$n = 6$	1505	2007	2509	1683	2244	2805	1844	2458	3073			
$n = 7$	1729	2306	2882	1933	2578	3222	2118	2824	3530			
$n = 8$	1950	2600	3250	2180	2907	3634	2388	3185	3981			
$n = 9$	2168	2891	3614	2424	3232	4040	2656	3541	4426			



Dans tout le document F est l'effort non pondéré appliqué à l'assemblage. Si vous disposez d'un effort F déjà pondéré, divisez-le par 1,35.

3.2. ASSEMBLAGES BOIS-PANNEAU PAR VIS ET TIREFONDS

PRÉSENTATION DE L'ASSEMBLAGE



F	Effort de cisaillement <u>non pondéré</u>	[daN]
n	Nombre de vis/tirefonds	
d	Diamètre des vis/tirefonds	[mm]
b_1	Épaisseur de l'élément 1	[mm]
b_2	Épaisseur de l'élément 2	[mm]
t_{pen}	Longueur de pénétration	
e	Minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen}	[mm]
t_{chev}	Longueur de chevauchement	[mm]

DOMAINE DE VALIDITÉ DE LA MÉTHODE SIMPLE

- TYPE D'ASSEMBLAGE : assemblage bois-panneau par vis ou tirefonds soumis uniquement au cisaillement
vis perpendiculaires au fil du bois
au moins 2 vis/tirefonds par assemblage, 9 vis/tirefonds maximum
la surface de connexion ne doit pas excéder 300x300 mm²
- NATURE DES MATÉRIAUX UTILISÉS
 - Massif/reconstitué : résineux C18 à C30, feuillus D18 à D30
 - Lamellé collé : résineux GL20 à GL30
 - Panneaux de particules et OSB : densité caractéristique $\rho_k \geq 480 \text{ kg/m}^3$
- CHOIX DES VIS ET TIREFONDS
 - Diamètre : de 2,5 à 6 mm
 - Qualité d'acier : résistance caractéristique en traction $f_{u,k} \geq 600 \text{ N/mm}^2$
 - Longueur de pénétration de la partie fileté : $t_{pen} \geq 6 d$
- LONGUEUR DE PÉNÉTRATION DU CÔTÉ DE LA POINTE
 - $t_{pen} \geq 6 d$
- LONGUEUR DE CHEVAUCHEMENT POUR LE SIMPLE CISAILLEMENT DOUBLÉ (a*)
 - $t_{chev} \geq 4 d$
- EXÉCUTION
 - Les zones sollicitées de l'assemblage doivent être exemptes de défauts rédhibitoires
 - Les vis et tirefonds disposés sur la même fibre de bois doivent être décalés pour éviter le fendage
 - Les bois doivent être pré-perçés lorsque leur épaisseur est inférieure à celle donnée par le tableau ci-dessous



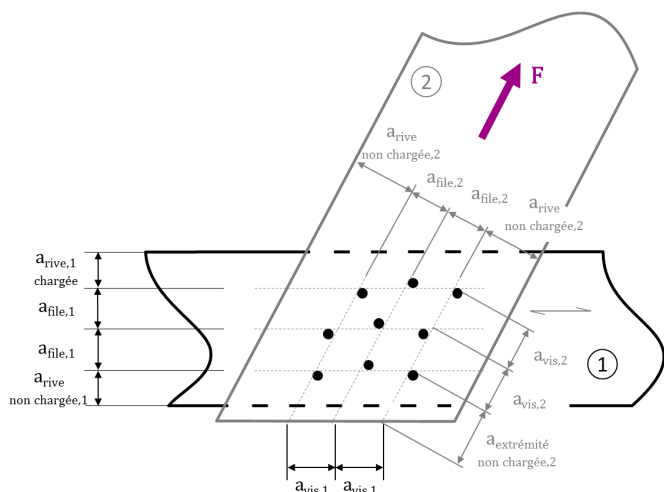
Les méthodes présentées en pages 28 et 29 ne sont valables que si le domaine de validité présenté ici et les règles d'espacements et de distances aux bords présentées en page suivante sont respectés

Tableau 20 – Dimension minimale des bois sans pré-perçage

Essences	Dimension minimale des bois sans pré-perçage
Résineux peu sensibles à la fissuration	8 d
Feuillus peu sensibles à la fissuration	10 d
Résineux particulièrement sensibles à la fissuration	17 d
Feuillus particulièrement sensibles à la fissuration	21 d

Essences particulièrement sensibles à la fissuration données par NF EN 1995-1-1/NA clause 8.3.1.2(7) : Douglas et Pin Maritime

RÈGLES SIMPLIFIÉES D'ESPACEMENTS ET DE DISTANCES AUX BORDS



NOTE

Les règles d'espacements et de distances aux bords des vis et tirefonds présentées ci-dessus sont simplifiées dans le but d'une application aisée. Si pour un dimensionnement d'assemblage les règles simplifiées ci-dessous ne vous permettent pas de placer vos vis et tirefonds par manque de place, considérez la possibilité d'utiliser les règles complètes d'espacements et de distances aux bords des pointes de l'Eurocode 5 présentées en Annexe, page 37.

Tableau 21 – Espacements et distances aux bords simplifiés

	Bois sans pré-perçage		Bois avec pré-perçage	Panneaux
	Résineux	Feuillus		
a_{vis}	12 d	15 d	13 d	13 d
a_{file}	5 d	7 d	6 d	6 d
$a_{extrémité}$ chargée	15 d	20 d	20 d	20 d
$a_{extrémité}$ non chargée	10 d	15 d	15 d	15 d
a_{rive} chargée	10 d	14 d	12 d	12 d
a_{rive} non chargée	5 d	7 d	7 d	7 d

DIMENSIONNEMENT À L'AIDE DE FORMULES SIMPLES

Vérification du cisaillement des vis et tirefonds : on doit avoir $R \geq F$ (effort non-pondéré)

Calcul de la résistance en simple cisaillement (a) [daN]

$$R = 1,3 d \sqrt{e} \times n_{ef} \quad \text{pour les résineux}$$

$$R = 1,7 d \sqrt{e} \times n_{ef} \quad \text{pour les feuillus}$$

Le pré-perçage augmente la résistance de 10%

Pour la connexion de 3 éléments en simple cisaillement doublé avec n vis/tirefonds de chaque côté (a^*), multiplier ces formules par 2 pour avoir la résistance de l'assemblage complet

Avec : d diamètre des vis et tirefonds
 e épaisseur ou longueur de pénétration la plus petite (minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen})
 n_{ef} nombre efficace de pointes donné par le Tableau 8 et le Tableau 9 ci-dessous

Tableau 22 – Nombre efficace de vis ou tirefonds pour les assemblages sans pré-perçage

n	2	3	4	5	6	7	8	$9 \leq n \leq 12$	$13 \leq n \leq 16$
n_{ef}	1,9	2,8	3,6	4,4	5,2	6,0	6,8	$0,82 \times n$	$0,81 \times n$

Valeurs de n_{ef} simplifiées ; pour un calcul plus fin, voir page 40.

Tableau 23 – Nombre efficace de vis ou tirefonds pour les assemblages avec pré-perçage

n	2	3	4	5	6	7	8	$9 \leq n \leq 12$	$13 \leq n \leq 16$
n_{ef}	1,5	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2	$0,34 \times n$	$0,30 \times n$

Valeurs de n_{ef} simplifiées ; pour un calcul plus fin, voir page 40.

Application Numérique :

Pour un assemblage en simple cisaillement réalisé pour assembler une pièce en épicea C24 de 60 mm d'épaisseur et un panneau OSB de 18mm d'épaisseur, en utilisant 2 vis de diamètre 6 mm et de longueur 75 mm, pour reprendre un effort non-pondéré de cisaillement de 30 daN

On a $b_1 = 18\text{mm}$ et $b_2 = 60\text{mm}$ et une longueur de pénétration $t_{pen} = 75 - 18 = 57\text{ mm}$. e est le minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen} soit 18 mm

$F = 60\text{ daN}$ et $R = 1,7 d \sqrt{e} \times n_{ef} = 1,7 \times 6 \sqrt{18} \times 1,9 = 82\text{ daN}$ On a bien $R \geq F$



Si l'assemblage réalisé sollicite le bois en traction transversale, elle doit être vérifiée tel que présenté en page 36.

DIMENSIONNEMENT À L'AIDE DE TABLEUX DE VALEURS

Vérification du cisaillement des vis et tirefonds : on doit avoir $R \geq F$ (effort non-pondéré)

R est donné en daN par lecture directe des tableaux ci-dessous.

Les résistances sont données pour des assemblages sans pré-perçage. Le pré-perçage augmente la résistance de 10%.

Pour la connexion de 3 éléments en simple cisaillement doublé avec n vis/tirefonds de chaque côté (a^*), multiplier les valeurs fournies par 2 afin d'obtenir la résistance de l'assemblage complet.

e est définie comme le minimum entre b_1 , b_2 et t_{pen} (cf. p.27)

Rappel : Il convient de vérifier que le domaine de validité en p. 27 et 28 est respecté, et de vérifier la traction transversale si pertinente

Tableau 24 – Résistance des assemblages bois-panneau à l'aide de vis et tirefonds en simple cisaillement sans pré-perçage (en daN)

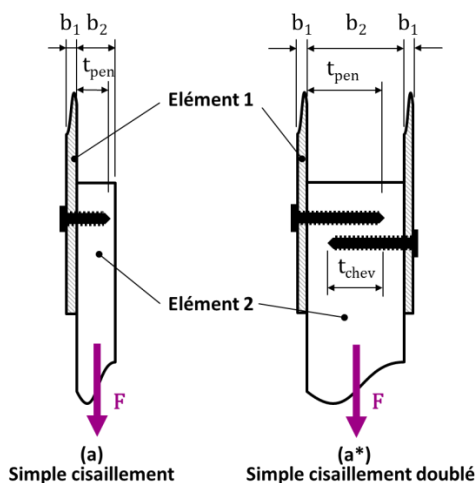
	Dimension minimale	e (en mm)	$e = 10$				$e = 12$				$e = 15$			
	Diamètre des vis	d (en mm)	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$	$d = 3$	$d = 4$	$d = 5$	$d = 6$
RESINEUX	Nombre de vis	$n = 2$	25	33	42	50	27	37	46	55	31	41	51	61
		$n = 3$	37	49	61	73	40	54	67	80	45	60	75	90
		$n = 4$	48	64	80	96	52	70	87	105	59	78	98	117
		$n = 5$	59	78	98	118	64	86	107	129	72	96	120	144
		$n = 6$	70	93	116	139	76	102	127	152	85	114	142	170
		$n = 7$	76	102	127	152	84	111	139	167	93	124	156	187
		$n = 8$	87	116	145	174	95	127	159	191	107	142	178	213
		$n = 9$	98	131	163	196	107	143	179	215	120	160	200	240
FEUILLUS	Nombre de vis	$n = 2$	30	41	51	61	33	45	56	67	37	50	62	75
		$n = 3$	45	59	74	89	49	65	81	98	55	73	91	109
		$n = 4$	58	77	97	116	64	85	106	127	71	95	119	142
		$n = 5$	71	95	119	143	78	104	130	157	88	117	146	175
		$n = 6$	85	113	141	169	93	123	154	185	104	138	173	207
		$n = 7$	93	123	154	185	101	135	169	203	113	151	189	227
		$n = 8$	106	141	176	212	116	155	193	232	130	173	216	259
		$n = 9$	119	159	198	238	130	174	217	261	146	194	243	292



Dans tout le document F est l'effort non pondéré appliqué à l'assemblage. Si vous disposez d'un effort F déjà pondéré, divisez-le par 1,35.

3.3. ASSEMBLAGES BOIS-MÉTAL PAR VIS ET TIREFONDS

PRÉSENTATION DE L'ASSEMBLAGE



F	Effort de cisaillement <u>non pondéré</u>	[daN]
n	Nombre de vis	
d	Diamètre des vis	[mm]
b_1	Épaisseur de l'élément 1 (métal)	[mm]
b_2	Épaisseur de l'élément 2 (bois)	[mm]
t_{pen}	Longueur de pénétration	
e	Minimum entre b_2 et t_{pen}	[mm]
t_{chev}	Longueur de chevauchement	[mm]

DOMAINE DE VALIDITÉ DE LA MÉTHODE SIMPLE

- TYPE D'ASSEMBLAGE
 - assemblage bois-métal par vis et tirefonds soumis uniquement au cisaillement
 - vis et tirefonds perpendiculaires au fil du bois
 - au moins 2 vis par assemblage, 9 vis maximum
 - la surface de connexion ne doit pas excéder 300x300 mm²
- NATURE DES MATÉRIAUX UTILISÉS
 - Massif/reconstitué résineux C18 à C30, feuillus D18 à D30
 - Lamellé collé résineux GL20 à GL30
- CHOIX DES VIS ET TIREFONDS
 - Diamètre de 6 à 12 mm
 - Qualité d'acier résistance caractéristique en traction $f_{u,k} \geq 600 \text{ N/mm}^2$
 - Longueur de pénétration de la partie fileté $t_{pen} \geq 6 d$
- LONGUEUR DE CHEVAUCHEMENT POUR LE SIMPLE CISAILLEMENT DOUBLÉ (a*)
 - $t_{chev} \geq 4 d$
- PLAQUES D'ACIER
 - Épaisseur de 4 à 10 mm
- Exécution
 - Les zones sollicitées de l'assemblage doivent être exemptes de défauts rédhibitoires
 - Les vis et tirefonds disposés sur la même fibre de bois doivent être décalés pour éviter le fendage



Les méthodes présentées en pages 31 et 32 ne sont valables que si le domaine de validité présenté ici et les règles d'espacements et de distances aux bords présentées en page suivante sont respectés

RÈGLES SIMPLIFIÉES D'ESPACEMENTS ET DE DISTANCES AUX BORDS

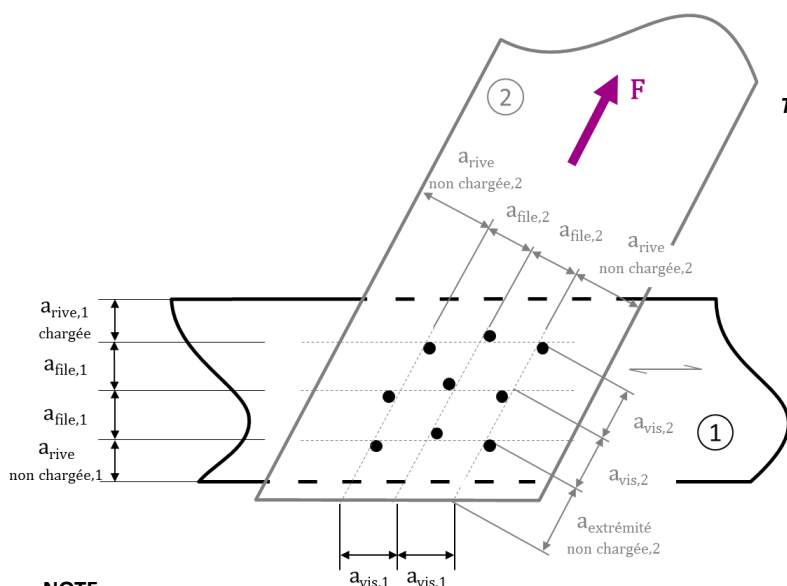


Tableau 25 – Espacements et distances aux bords simplifiés

	Distances
a_{vis}	5 d
a_{file}	4 d
$a_{extrémité}$ chargée	7 d
$a_{extrémité}$ non chargée	7 d
a_{rive} chargée	4 d
a_{rive} non chargée	3 d

NOTE

Les règles d'espacements et de distances aux bords des vis et tirefonds présentées ci-dessus sont simplifiées dans le but d'une application aisée. Si pour un dimensionnement d'assemblage les règles simplifiées ci-dessous ne vous permettent pas de placer vos vis et tirefonds par manque de place, considérez la possibilité d'utiliser les règles complètes d'espacements et de distances aux bords des vis et tirefonds de l'Eurocode 5 présentées en Annexe, page 38.

DIMENSIONNEMENT À L'AIDE DE FORMULES SIMPLES

Vérification du cisaillement des vis et tirefonds : on doit avoir $R \geq F$ (effort non-pondéré)

Calcul de la résistance en simple cisaillement (a) [daN]

$$R = 2,1 d \sqrt{e} \times n_{ef} \quad \text{pour les résineux}$$

$$R = 2,9 d \sqrt{e} \times n_{ef} \quad \text{pour les feuillus}$$

Pour la connexion de 3 éléments en simple cisaillement doublé avec n vis/tirefonds de chaque côté (a^*), multiplier ces formules par 2 pour avoir la résistance de l'assemblage complet

Avec : d diamètre des vis et tirefonds
 e épaisseur de bois ou longueur de pénétration la plus petite (minimum entre b_2 et t_{pen})
 n_{ef} nombre efficace de vis et tirefonds donné par le tableau ci-dessous

Tableau 26 – Nombre efficace de vis ou tirefonds

n	2	3	4	5	6	7	8	9
n_{ef}	1,5	2,1	2,7	3,4	3,9	4,5	5,1	5,7

Valeurs de n_{ef} simplifiées ; pour un calcul plus fin, voir page 40.

Application Numérique :

Pour un assemblage en simple cisaillement doublé réalisé pour assembler une pièce en épicea C24 de 150 mm d'épaisseur avec deux plaques métalliques de 4 mm (une de chaque côté).

En utilisant de chaque côté 2 vis de diamètre 6 mm et de longueur 120 mm, pour reprendre un effort non-pondéré de cisaillement de 300 daN

On a une épaisseur $b_2 = 150$ mm et une longueur de pénétration $t_{pen} = 120 - 4 = 116$ mm. e est le minimum entre b_2 et t_{pen} soit 116 mm.

$F = 300$ daN et $R = 2 \times 2,9 d \sqrt{e} \times n_{ef} = 2 \times 2,9 \times 6 \sqrt{116} \times 1,5 = 562$ daN On a bien $R \geq F$



Si l'assemblage réalisé sollicite le bois en traction transversale, elle doit être vérifiée tel que présenté en page 36.

DIMENSIONNEMENT À L'AIDE DE TABLEAUX DE VALEURS

Vérification du cisaillement des vis : on doit avoir $R \geq F$ (effort non-pondéré)

R est donné en daN par lecture directe des tableaux ci-dessous.

Pour la connexion de 3 éléments en simple cisaillement doublé avec n vis/tirefonds de chaque côté (a^*), multiplier les valeurs fournies par 2 afin d'obtenir la résistance de l'assemblage complet.

e est définie comme le minimum entre b_2 et t_{pen} (cf. p.30)

Rappel : Il convient de vérifier que le domaine de validité en p. 30 et 31 est respecté, et de vérifier la traction transversale si pertinente

Tableau 27 – Résistance des assemblages bois-métal à l'aide de vis et tirefonds en simple cisaillement (en daN)

	Dimension minimale	e = 60			e = 75			e = 90			
	e (en mm)										
RESINEUX	Diamètre des vis	d (en mm)	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$
	Nombre de vis	$n = 2$	143	191	239	160	214	267	176	234	293
		$n = 3$	207	275	344	231	308	385	253	337	422
		$n = 4$	268	357	446	299	399	499	328	437	546
		$n = 5$	327	436	545	366	488	610	401	534	668
		$n = 6$	386	514	643	431	575	718	472	630	787
		$n = 7$	443	591	738	495	660	825	542	723	904
		$n = 8$	499	666	832	558	745	931	612	816	1019
		$n = 9$	555	740	925	621	828	1035	680	907	1133
FEUILLUS	Dimension minimale	e (en mm)	e = 60			e = 75			e = 90		
	Diamètre des vis	d (en mm)	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$	$d = 6$	$d = 8$	$d = 10$
	Nombre de vis	$n = 2$	198	264	330	221	295	369	243	323	404
		$n = 3$	285	380	475	319	425	532	349	466	582
		$n = 4$	370	493	616	413	551	689	453	604	754
		$n = 5$	452	602	753	505	674	842	553	738	922
		$n = 6$	532	710	887	595	794	992	652	869	1087
		$n = 7$	612	815	1019	684	912	1140	749	999	1248
		$n = 8$	690	920	1150	771	1028	1285	845	1126	1408
$n = 9$		767	1022	1278	857	1143	1429	939	1252	1565	



Dans tout le document F est l'effort non pondéré appliqué à l'assemblage. Si vous disposez d'un effort F déjà pondéré, divisez-le par 1,35.

Page laissée blanche intentionnellement

ANNEXES

INTRODUCTION

Ce projet confié par le CODIFAB à la société C4Ci a eu pour objectif principal la simplification des formules de calcul de l'Eurocode 5 concernant la résistance en cisaillement des assemblages par tiges métalliques. Ces méthodes simplifiées ont été présentées dans les parties précédentes.

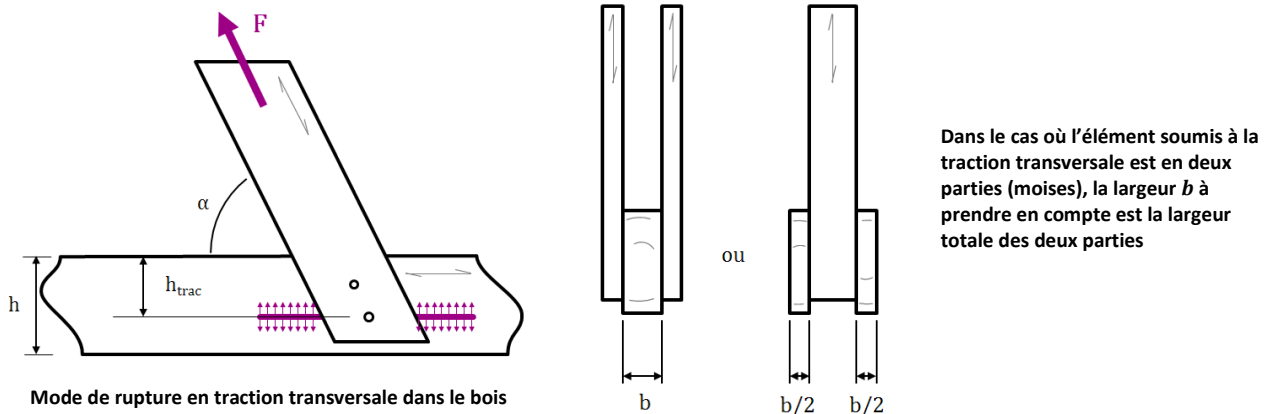
En complément de la vérification au cisaillement des organes, il est nécessaire de **vérifier la traction transversale** dans le bois autour des boulons et broches, dès que l'effort est appliqué à un angle avec le fil du bois. **La méthode de vérification de la traction transversale est présentée en Annexe au §4.1, page 36.**

Il peut être utile dans certains cas où la simplification concernant les règles d'espacements et de distances aux bords est jugée trop conservatrice de s'appuyer sur les règles complètes de l'Eurocode 5, §8. **Les règles complètes d'espacements et de distances au bord de l'Eurocode 5, §8, réorganisées de manière synthétique par typologie d'assemblage pour faciliter la lecture, sont présentées en Annexe au §4.2.**

Enfin, l'objectif souhaité par le comité de pilotage du projet était d'aboutir à des formules aussi simples à utiliser que celles des Règles CB 71, tout en restant en sécurité par rapport à un calcul strictement conforme à l'Eurocode 5. Pour atteindre cet objectif, une démarche en trois temps a été engagée. Il a été jugé utile de permettre au lecteur de comprendre la démarche qui a été suivie et d'appréhender la manière dont ces règles simplifiées se positionnent vis-à-vis du calcul précis selon l'Eurocode 5, §8. **La méthodologie suivie pour aboutir aux règles simplifiées de ce guide est présentée en Annexe au §4.3.**

4.1. VÉRIFICATION SIMPLE DE LA TRACTION TRANSVERSALE DU BOIS

Cette vérification n'est à effectuer que lorsqu'au moins une des pièces de bois assemblées est soumise à la traction transversale, c'est-à-dire lorsqu'il existe un angle entre l'effort et le fil du bois d'une des pièces assemblées. Cet angle est noté α .



On doit avoir $R \geq F \times \sin \alpha$

Calcul de la résistance à la traction transversale [daN]

$$R = 8,6 \times \frac{b \times h_{trac}}{h}$$

Avec : b largeur de l'élément soumis à la traction transversale
 h hauteur de l'élément soumis à la traction transversale
 h_{trac} hauteur soumise à la traction transversale
 $\sin \alpha$ donné par le tableau 7 ci-dessous



La formule est valable si la poutre de hauteur h est continue des deux côtés de l'assemblage. Dans le cas contraire, diviser la résistance par 2.

Tableau 28 – Sinus de l'angle α

α [°]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90
$\sin \alpha$	0,09	0,17	0,26	0,34	0,42	0,50	0,57	0,64	0,71	0,77	0,82	0,87	0,91	0,94	0,98	1,00

Application Numérique :

Pour un assemblage en double cisaillement en C24 avec un élément central en 100 x 150 et deux éléments latéraux en 75 x 180

L'effort F non pondéré auquel est soumis l'assemblage réalisés à l'aide de 2 boulons de diamètre 16 est de 500 daN

Ce sont les éléments latéraux qui sont soumis à la traction transversale et l'angle est de 45°

Et la hauteur soumise à la traction transversale est de 120 mm

Vérification de la traction transversale :

$$F \times \sin \alpha = 500 \times 0,71 = 355 \text{ daN}$$

$$R = 8,6 \times \frac{b \times h_{trac}}{h} = 8,6 \times \frac{(75 \times 2) \times 120}{180} = 860 \text{ daN}$$

On a bien $R \geq F$

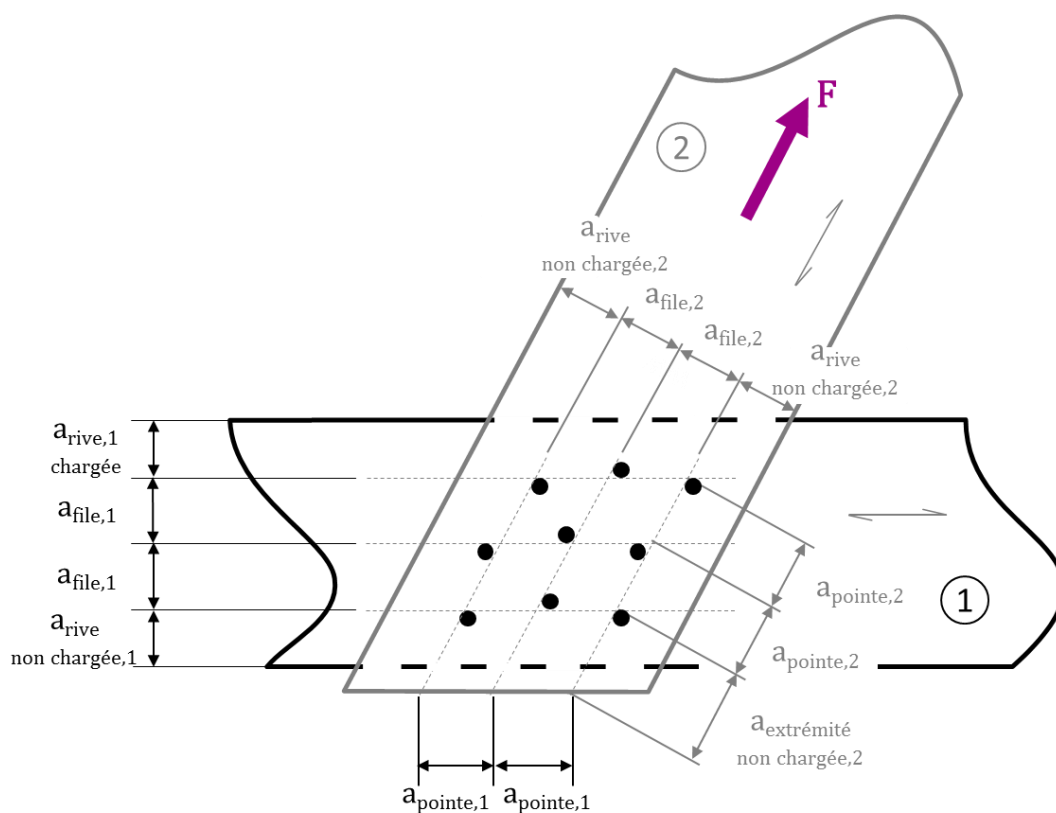
Vérification du double cisaillement :

$$R = 3,2 d \sqrt{e} \times n_{ef} = 3,2 \times 16 \sqrt{75} \times 1,5 = 665 \text{ daN}$$

On a bien $R \geq F$

4.2. RÈGLES COMPLÈTES D'ESPACEMENTS ET DE DISTANCES AUX BORDS

Les règles complètes d'espacements et de distances aux bords de l'Eurocode 5 sont présentées aux paragraphes suivants.



Notations utilisées dans le présent guide (exemple des pointes)

POINTES

Tableau 29 – Règles complètes d'espacements de distances aux bords pour un assemblage par pointes

Notation utilisée dans le présent guide	Notation Eurocode 5	Sans pré-perçage		Avec pré-perçage
		$\rho_k \leq 420 \text{ [kg/m}^3\text{]}$	$420 < \rho_k \leq 500 \text{ [kg/m}^3\text{]}$	
a_{pointe}	a_1	$d < 5\text{mm} : (5 + 5 \cos \alpha) \cdot d$ $d \geq 5\text{mm} : (5 + 7 \cos \alpha) \cdot d$	$(7 + 8 \cos \alpha) \cdot d$	$(4 + \cos \alpha) \cdot d$
a_{file}	a_2	$5d$	$7d$	$(3 + \sin \alpha) \cdot d$
$a_{\text{extrémité chargée}}$	$a_{3,t}$	$(10 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$	$(15 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$	$(7 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$
$a_{\text{extrémité non chargée}}$	$a_{3,c}$	$10d$	$15d$	$7d$
$a_{\text{rive chargée}}$	$a_{4,t}$	$d < 5\text{mm} : (5 + 2 \cdot \sin \alpha) \cdot d$ $d \geq 5\text{mm} : (5 + 5 \cdot \sin \alpha) \cdot d$	$d < 5\text{mm} : (7 + 2 \cdot \sin \alpha) \cdot d$ $d \geq 5\text{mm} : (7 + 5 \cdot \sin \alpha) \cdot d$	$d < 5\text{mm} : (3 + 2 \cdot \sin \alpha) \cdot d$ $d \geq 5\text{mm} : (3 + 4 \cdot \sin \alpha) \cdot d$
$a_{\text{rive non chargée}}$	$a_{4,c}$	$5d$	$7d$	$3d$

NOTE 1 : ρ_k est la densité caractéristique de la pièce considérée

NOTE 2 : dans les panneaux : les distances a_{pointe} et a_{file} peuvent être réduites de 15%

BOULONS ET BROCHES

Tableau 30 – Règles complètes d'espacements de distances aux bords pour un assemblage par boulons

Notation utilisée dans le présent guide	Notation Eurocode 5	Distance minimum
a_{boulon}	a_1	$(4 + \cos \alpha) \cdot d$
a_{file}	a_2	$4d$
$a_{\text{extrémité chargée}}$	$a_{3,t}$	$\max(7d ; 80\text{mm})$
$a_{\text{extrémité non chargée}}$	$a_{3,c}$	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$ $(1 + 6 \sin \alpha)d$ $150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$ $4d$ $210^\circ \leq \alpha < 270^\circ$ $(1 + 6 \sin \alpha)d$
$a_{\text{rive chargée}}$	$a_{4,t}$	$\max([2 + 2 \sin \alpha]d ; 3d)$
$a_{\text{rive non chargée}}$	$a_{4,c}$	$3d$

Tableau 31 – Règles complètes d'espacements de distances aux bords pour un assemblage par broches

Notation utilisée dans le présent guide	Notation Eurocode 5	Distance minimum
a_{broche}	a_1	$(3 + 2\cos \alpha) \cdot d$
a_{file}	a_2	$3d$
$a_{\text{extrémité chargée}}$	$a_{3,t}$	$\max(7d ; 80\text{mm})$
$a_{\text{extrémité non chargée}}$	$a_{3,c}$	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$ $\max(a_{3,t} \sin \alpha d ; 3d)$ $150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$ $3d$ $210^\circ \leq \alpha < 270^\circ$ $\max(a_{3,t} \sin \alpha d ; 3d)$
$a_{\text{rive chargée}}$	$a_{4,t}$	$\max([2 + 2 \sin \alpha]d ; 3d)$
$a_{\text{rive non chargée}}$	$a_{4,c}$	$3d$

VIS ET TIREFONDS

Les règles d'espacements de distances aux bords pour les tirefonds sont identiques aux règles pour les boulons, tant que le domaine de validité couvert dans ce document est respecté.

Tableau 32 – Règles complètes d'espacements de distances aux bords pour un assemblage par vis et tirefonds

Notation utilisée dans le présent guide	Notation Eurocode 5	Distance minimum
a_{vis}	a_1	$(4 + \cos \alpha) \cdot d$
a_{file}	a_2	$4d$
$a_{\text{extrémité chargée}}$	$a_{3,t}$	$\max(7d ; 80\text{mm})$
$a_{\text{extrémité non chargée}}$	$a_{3,c}$	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$ $(1 + 6 \sin \alpha)d$ $150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$ $4d$ $210^\circ \leq \alpha < 270^\circ$ $(1 + 6 \sin \alpha)d$
$a_{\text{rive chargée}}$	$a_{4,t}$	$\max([2 + 2 \sin \alpha]d ; 3d)$
$a_{\text{rive non chargée}}$	$a_{4,c}$	$3d$

4.3. MÉTHODOLOGIE DE PROJET

Le présent guide est le fruit d'un projet qui a couru sur l'ensemble de l'année 2015. Ce projet confié par le CODIFAB à la société C4Ci a eu pour objectif principal la simplification des formules de calcul de l'Eurocode 5 concernant la résistance en cisaillement des assemblages par tiges métalliques.

Les paragraphes ci-après présentent de façon synthétique les différentes méthodes de simplification qui ont été utilisées, afin que le lecteur curieux ou averti puisse en comprendre les tenants et les aboutissants. Ces paragraphes seront utiles également dans l'éventualité d'une future révision du présent guide et des méthodes de calcul qui y sont présentées.

SIMPLIFICATION DU CALCUL DE LA RÉSISTANCE EN CISAILLEMENT

L'objectif souhaité par le comité de pilotage du projet était d'aboutir à des formules aussi simples à utiliser que celles des Règles CB 71, tout en restant en sécurité par rapport à un calcul strictement conforme à l'Eurocode 5. Pour atteindre cet objectif, **une démarche en trois temps** a été engagée.

Dans un premier temps, pour chaque type d'assembleur, les résultats des calculs de la résistance caractéristique au cisaillement $F_{v,Rk}$ réalisés strictement suivant l'Eurocode 5 ont été comparés sur le domaine de validité visé à ceux réalisés suivant **un ensemble de formules génériques simples** :

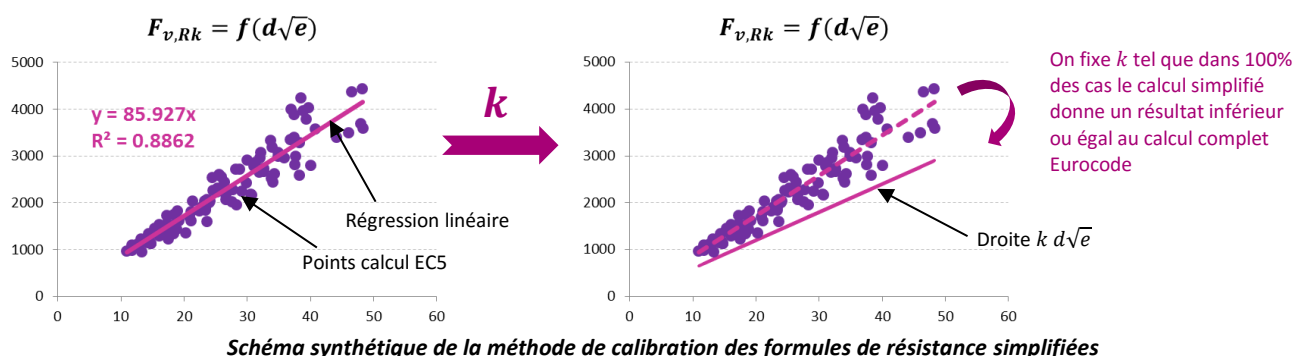
$$e, d, d^2, d \times e, d^2 \times e, \sqrt{e}, d\sqrt{e} \text{ et } d^2\sqrt{e}$$

La justesse des approximations par ces formules simples a été évaluée en mesurant les coefficients de corrélation. C'est la forme connue des Règles CB 71 en $d\sqrt{e}$ qui a présenté dans tous les cas la meilleure approximation de l'Eurocode 5 (coefficients de corrélation r^2 supérieurs à 0,85).

Dans un second temps, **le coefficient k de la formule $k d\sqrt{e}$ a été calibré** :

- pour chaque type d'assembleur : pointes, boulons, broches, vis, tirefonds ;
- pour chaque mode de sollicitation : simple cisaillement, double cisaillement ;
- pour chaque couple de matériaux pertinent : bois-bois, bois-panneau, bois-métal ;
- pour chaque type de bois : résineux massif, résineux lamellé, feuillus massif ;
- et pour d'autres options selon les cas : pointes avec/sans pré-perçage, plaques métalliques minces/épaisses...

Comme illustré par le schéma ci-dessous, la calibration du coefficient k a été faite dans un souci de sécurité des formules simplifiées vis-à-vis d'un calcul de $F_{v,Rk}$ suivant l'Eurocode 5. **Cette calibration a été effectuée sur la résistance caractéristique de l'assemblage complet, et non par plan de cisaillement, ceci afin de permettre un calcul direct.**



Dans un troisième et dernier temps, **le coefficient k a été transformé en k'** :

- pour permettre le calcul d'une résistance de calcul et non caractéristique, et
- pour permettre l'utilisation d'efforts non pondérés,

avec : $k' = k \times \frac{k_{mod}}{\gamma_M \times 1,35}$ où : $k_{mod} = 0,6$ et $\gamma_M = 1,25$ pour le lamellé collé et 1,3 pour le bois massif

SIMPLIFICATION DES RÈGLES D'ESPACEMENTS ET DE DISTANCES AUX BORDS

Les règles complètes d'espacements et de distances aux bords présentées en page 37 ont été simplifiées de manière conservatrice en considérant pour chaque situation le cas le plus défavorable possible : l'angle α de la force par rapport au fil du bois est pris tel que $\cos \alpha = \sin \alpha = 1$ dans tous les cas.

Tableau 33 : Exemple de valeurs de l'angle α pour la simplification des règles pour les pointes

Notation utilisée dans le présent guide	Notation Eurocode 5	Situation la plus défavorable obtenue pour
a_{pointe}	a_1 (parallèle au fil)	$\alpha = 0^\circ$
a_{file}	a_2 (perpendiculaire au fil)	–
$a_{\text{extrémité chargée}}$	$a_{3,t}$ (extrémité chargée)	–
$a_{\text{extrémité non chargée}}$	$a_{3,c}$ (extrémité non chargée)	$\alpha = 90^\circ$
$a_{\text{rive chargée}}$	$a_{4,t}$ (rive chargée)	$\alpha = 90^\circ$
$a_{\text{rive non chargée}}$	$a_{4,c}$ (rive non chargée)	–

SIMPLIFICATION DU CALCUL DU NOMBRE EFFICACE D'ORGANES

- Pointes :

Soit n_{90} files de n_0 pointes de diamètre d parallèles au fil du bois, il convient de calculer la capacité résistante parallèle au fil, à partir du nombre efficace d'organes n_{ef} défini par :

$$n_{ef} = n_{90} \left(n_0^{k_{ef}} \cdot \frac{90-\alpha}{90} + n_0 \cdot \frac{\alpha}{90} \right) \quad (1)$$

Avec : α angle entre la fibre du bois et la direction de la force
 k_{ef} défini par le tableau ci-dessous

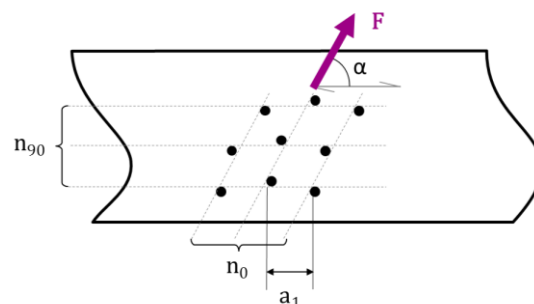


Tableau 34 – Valeurs de k_{ef}

Espacement	k_{ef}	
	Sans pré-perçage	Avec pré-perçage
$a_1 \geq 14d$	1,0	1,0
$a_1 = 10d$	0,85	0,85
$a_1 = 7d$	0,7	0,7
$a_1 = 4d$	-	0,5

Note : pour des espacements intermédiaires, une interpolation linéaire est autorisée

La formule (1) est adaptée pour l'Eurocode 5 à partir de la formule n°210 de la DIN 1052 : 2004-08

Suite à la simplification des règles d'espacements, $a_1 = 12d$ au minimum sans pré-perçages, et $a_1 = 5d$ au minimum avec pré-perçages, ce qui conduit aux valeurs conservatrices de k_{ef} (obtenue par interpolation linéaire) :

$$k_{ef} = \begin{cases} 0.925 & \text{sans pré perçages} \\ 0.567 & \text{avec pré perçages} \end{cases}$$

En considérant ensuite de manière conservatrice que toutes les n pointes sont parallèles au fil du bois (d'où $n_0 = n$ et $n_{90} = 1$) et que l'angle α entre la fibre du bois et la direction de la force est nul, on obtient :

$$n_{ef} = n^{k_{ef}}$$

- **Boulons, broches, vis et tirefonds :**

Les règles suivantes sont communes pour les boulons, broches, vis et tirefonds dans les domaines de validité de chacun de ces assembleurs.

Soit n_{90} files de n_0 organes de diamètre d parallèles au fil du bois, il convient de calculer la capacité résistante parallèle au fil, à partir du nombre efficace d'organes n_{ef} tel que :

$$n_{ef} = n_{90} \left(\left[\min \left\{ n_0^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{13d}} \right\} \cdot \frac{90-\alpha}{90} + n_0 \cdot \frac{\alpha}{90} \right] \right) \quad (2)$$

Avec : α angle entre la fibre du bois et la direction de la force (entre 0° et 90°)

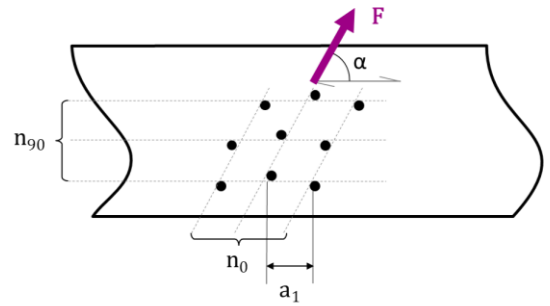
La formule (2) est adaptée pour l'Eurocode 5 à partir de la formule n°210 de la DIN 1052 : 2004-08

Suite à la simplification des règles d'espacements, $a_1 = 5d$ au minimum, ce qui conduit à :

$$n_{ef} = n_{90} \left(0,788 \times n_0^{0,9} \cdot \frac{90-\alpha}{90} + n_0 \cdot \frac{\alpha}{90} \right)$$

En considérant ensuite de manière conservatrice que toutes les n pointes sont parallèles au fil du bois (d'où $n_0 = n$ et $n_{90} = 1$) et que l'angle α entre la fibre du bois et la direction de la force est nul, on obtient :

$$n_{ef} = 0,788 \times n^{0,9}$$



DIMENSIONNEMENT SIMPLIFIÉ A FROID DES ASSEMBLAGES BOIS PAR TIGES CONFORMÉMENT AUX EUROCODES

Ce guide s'adresse aux professionnels de la filière bois, qui, dans le cadre de chantiers de structures bois courantes, se trouvent confrontés à des problématiques de dimensionnement des assemblages par tiges métalliques (pointes, boulons, broches, vis et tirefonds).

Le lecteur trouvera dans ces pages des méthodes simples de dimensionnement à froid pour ces assemblages : simple et double cisaillement, bois-bois, bois-panneau et/ou bois-métal selon les cas. Chaque technique d'assemblage fait l'objet d'une section à part. Dans chaque section une introduction présente les notations utilisées, les règles simplifiées d'espacements et de distances aux bords, et le domaine de validité des méthodes simples. Ces méthodes sont par la suite déclinées en formules simples et tableaux de valeurs, et illustrées par des applications numériques.

Le lecteur trouvera dans la section annexe de ce guide une méthode simple de justification de la traction transversale du bois autour de l'assemblage, les règles complètes d'espacements et de distances aux bords de l'Eurocode, et la méthodologie utilisée pour créer le présent guide.

Notons que ces points de repère n'ont qu'une valeur d'exemple et n'exonèrent pas le professionnel de sa responsabilité de l'exercice de ses devoirs professionnels.

AUTEUR :



2, rue Thomas Edison
67450 Mundolsheim
Tel +33 (0) 821 20 85 13
Fax +33 (0) 355 03 56 20
contact.FR@c4ci.eu
www.c4ci.fr

FINANCEMENT :



comité professionnel de développement
des industries françaises de l'ameublement et du bois