



Cloisons préfabriquées sur ossature bois Knauf

Calcul de la capacité de charge des panneaux selon DIN EN 1995-1-1 et DIN EN 1995-1-1/NA

ATTENTION:

Les données statiques et physiques de la présente fiche technique HB01.ch se basent sur des normes allemandes. Celles-ci ne coïncident pas toujours avec les normes suisses. Pour la protection contre l'incendie, veuillez vous référer aux prescriptions suisses de l'AEAI, entre autres à la documentation Lignum 4.1 ou à l'annexe Matériaux de construction optimisés Knauf ou contactez-nous ; Tél. +41 58 775 88 00, info-ch@knauf.com, www.knauf.ch

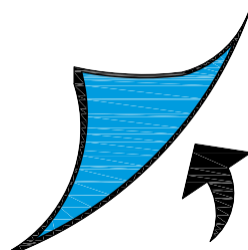
Diamant X Plaque de plâtre dur pour application porteuse certifiée
eco 1 Répond aux exigences les plus élevées d'eco-bau et de
MINERGIE-ECO



■ Parement double

Les auteurs suivants ont participé à la rédaction de la présente brochure technique :

Prof. Ulrich Grimminger	directeur de la filière d'études « Construction en bois et efficacité énergétique », directeur du laboratoire d'essai des pièces à l'école polytechnique de Rosenheim, enseignant à la haute école, planificateur et expert
Felice Körner	étudiante à l'école polytechnique de Rosenheim dans la filière « Construction en bois et aménagement »
Jonas Reinhardt	étudiant à l'école polytechnique de Rosenheim dans la filière « Construction en bois et aménagement »



Règles de calcul selon les normes DIN EN 1995-1-1, DIN EN 1990 complétées par les annexes nationales



Sommaire

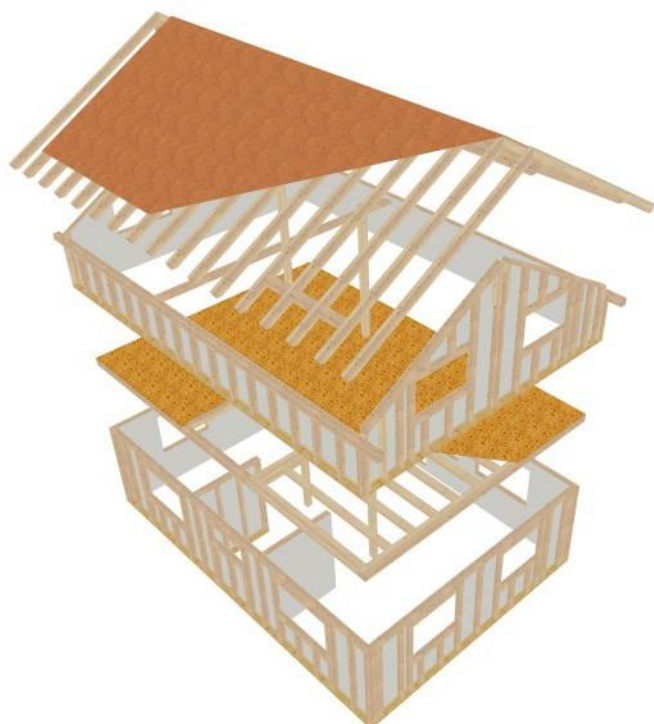
	Préambule	
	La construction sur ossature bois avec Knauf	6
	Étendue de la responsabilité du projeteur	
	Vérification de la statique et de la protection incendie	8
	Règles de calcul selon l'Eurocode 0 et l'Eurocode 5	
	Introduction, actions (charges)	11
	Combinaisons des charges.....	13
	Action sur les structures porteuses selon l'Eurocode 1	
	Charges verticales	18
	Poids propre selon DIN EN 1991-1-1/NA.....	18
	Charges utiles selon DIN EN 1991-1-1 et DIN EN 1991-1-1/NA.....	18
	Charges de la neige selon DIN EN 1991-1-3 et DIN EN 1991-1-3/NA.....	19
	Charges de stabilité selon DIN EN 1995-1-1/NA.....	20
	Charges sismiques selon DIN EN 1998-1 et DIN EN 1998-1/NA.....	20
	Charges horizontales	20
	Charges du vent selon DIN EN 1991-1-4 et DIN EN 1991-1-4/NA.....	21
	Bases du contreventement	
	Contreventement dans la construction sur ossature bois	26
	Introduction.....	26
	Principes fondamentaux.....	26
	Exemples de constructions.....	26
	Répartition des actions à travers les éléments de construction du bâtiment.....	27
	Dimensionnement d'une cloison préfabriquée sur ossature bois	
	Principes généraux	32
	Directives de construction.....	32
	Matériel de fixation.....	34
	Matériel de fixation	35
	Vérifications statiques	36
	Vérification du panneau mural.....	36
	Détermination des charges pour la vérification des montants de rive.....	36
	Vérification des montants de rive sollicités en traction.....	36
	Vérification des montants de rive/montants intermédiaires sollicités en compression (flambage).....	36
	Vérification de la pression au sol.....	37
	Vérification de l'ancrage.....	38
	Vérification de l'assemblage montant-parement.....	38
	Dimensionnement du parement double avec Diamant X GKFI.....	41
	Calcul rapide avec les tableaux de dimensionnement	
	Principes fondamentaux	44
	Valeurs caractéristiques de résistance.....	44
	Résistance à la traction de la plaque Diamant X GKFI en fonction de l'angle selon l'ETE 13/0800.....	44
	Détermination simplifiée de l'action horizontale du vent	46
	Détermination de l'action verticale	49

Tableaux de dimensionnement	
Conditions aux limites	51
Acceptation des tableaux de dimensionnement	51
Vérification de la sous-construction	52
Vérification partielle de la sous-construction en égard à la stabilité et à la compression transversale	52
Vérification de l'assemblage plaque de plâtre-montant	54
Vérification partielle des plaques GKB/GKF/GKBI/GKFI, CLU 1	54
Vérification partielle des plaques GKB/GKF/GKBI/GKFI, CLU 2	55
Vérification partielle des plaques GKB/GKBI/GKF/GKFI, CLU 1+2 (classe 1 à l'intérieur, classe 2 à l'extérieur)	56
Vérification partielle de la plaque Diamant X GKFI, CLU 1	57
Vérification partielle de la plaque Diamant X GKFI, CLU 2	58
Vérification partielle de la plaque Diamant X GKFI, CLU 1+2 (classe 1 à l'intérieur, classe 2 à l'extérieur)	59
Vérification partielle de la plaque Diamant X GKFI deux couches, CLU 1	60
Vérification partielle de la plaque Diamant X GKFI deux couches, CLU 2	61
Vérification partielle de la plaque Diamant X GKFI deux couches, CLU 1+2 (classe 1 à l'intérieur, classe 2 à l'extérieur)	62
Diamant X GKFI 15 mm, parement des deux côtés	63
GKB/GKF/GKBI/GKFI 15 mm, parement des deux côtés	63
Exemples de calculs	63
Consignes d'utilisation	
Remarques relatives au document, normes et vérifications appliquées	64
Remarques relatives au document	64
Utilisation conforme des systèmes Knauf	65
Informations générales	65
Liste des abréviations	



Préambule

Illustration 1 : Vue d'ensemble du contreventement d'une maison type



Qu'il s'agisse de la maison individuelle ou de bâtiments d'enseignement ou d'activités, de surélévations ou de constructions à plusieurs étages, la construction en bois s'est imposée dans de nombreux secteurs. Les exigences imposées aux bâtiments en panneaux de bois se sont par conséquent diversifiées. Mais une seule concerne tous les bâtiments : une statique sûre constitue la base de toutes les exigences imposées à un bâtiment.

Depuis 2014, la norme EN 1995-1-1 (Eurocode 5) est la norme de dimensionnement déterminante pour la construction en bois dans les pays de l'Union européenne ; elle a été introduite en Allemagne sous la référence DIN EN 1995-1-1. Cette norme est partiellement complétée, dans les pays membres, par des annexes nationales reprenant des spécificités nationales et des réglementations de dimensionnement élargies. Le document DIN EN 1995-1-1 NA est l'annexe nationale pour l'Allemagne. Depuis l'entrée en vigueur du règlement administratif allemand pour les dispositions techniques de construction (*Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen*, MVV TB), la version 2013-08 de l'annexe nationale est considérée comme la réglementation technique du bâtiment applicable de façon homogène en Allemagne.

Cette annexe nationale définit entre autres le mode de contreventement des cloisons préfabriquées en plaques de plâtre sur ossature bois. Elle contient également les valeurs nécessaires au dimensionnement des plaques de plâtre standard selon la norme DIN 18180.

Au-delà de ces valeurs à caractère normatif, le dimensionnement peut également reposer sur des valeurs plus favorables en cas de recours à des plaques de plâtre spéciales, par le biais d'une évaluation technique européenne (ETE). Celles-ci confirment les performances d'un matériau pour des plaques. Pour la vérification de la plaque de plâtre Knauf Diamant X GKFI, il est possible d'utiliser les valeurs découlant de l'ETE 13/0800, nettement supérieures à celles des plaques de plâtre selon la norme DIN 18180.

Ce document vise à expliquer la cohérence de la méthode de vérification selon la réglementation actuelle, à savoir le système Eurocode. Pour toutes les parties prenantes à la construction, du planificateur au charpentier, nous souhaitons utiliser les chapitres suivants pour approfondir leurs connaissances relatives à l'exécution de la vérification statique, en apportant une compréhension fondamentale des rapports de dimensionnement d'un panneau mural dans la construction en bois. Vous trouverez des explications approfondies concernant le dimensionnement dans les exécutions détaillées. Des tableaux de dimensionnement pour les différentes variantes de construction sont insérés à la fin de cette brochure technique.

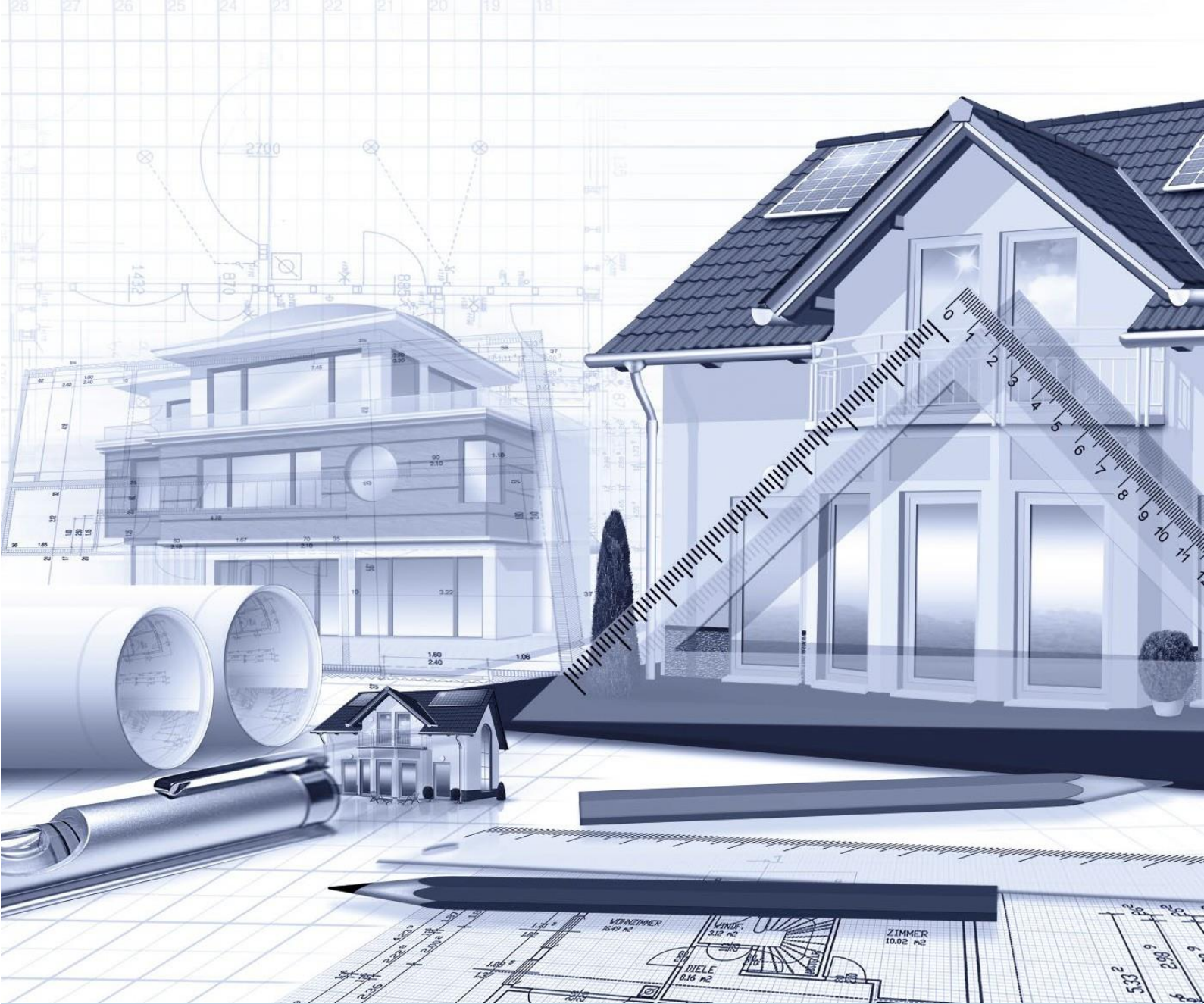
La vue d'ensemble sur la page de couverture présente les relations entre les différentes étapes du concept de dimensionnement.

Avec Knauf, l'utilisation de la plaque Diamant X GKFI dans la construction sur ossature bois permet de construire des bâtiments élancés et économiques, offrant une bonne performance statique et une surface de grande qualité pour en faire bénéficier l'entreprise d'une mise en œuvre simple. Les variantes de construction des cloisons à ossature bois Knauf sont présentées avec des indications sur la protection incendie et l'insonorisation dans la fiche technique Knauf Holztafelbau-Wände W55.de (Knauf Cloisons préfabriquées sur ossature bois, disponible en français).

Remarque

En tant que produit de construction pour l'utilisation d'habillages de contreventement porteurs et non porteurs pour l'intérieur et l'extérieur, la plaque de plâtre Diamant X GKFI est réglementée par une évaluation technique européenne (ETE). Une ETE est une évaluation de la performance d'un produit de construction au sens de l'ordonnance sur les produits de construction. Elle permet d'utiliser des valeurs mécaniques supérieures à celles indiquées dans la norme pour les plaques de plâtre cartonné standard.

Retrouvez la compétence en matière de construction en bois accumulée par le groupe Knauf sur notre site Internet knauf-holzbau.de (en allemand uniquement). Ce site présente nos solutions système pour divers domaines d'application et exigences. Les références qui y sont présentées peuvent vous servir de modèles d'inspiration.



Étendue de la responsabilité du projeteur

D'après le règlement allemand en matière de construction (*Musterbauordnung*, MBO), les bâtiments sont des installations structurales couvertes indépendantes pouvant accueillir des individus. En fonction de leur type, de leur hauteur et de leur superficie, ces installations structurales sont catégorisées dans des classes de bâtiments (CLB), voir tableau 1.

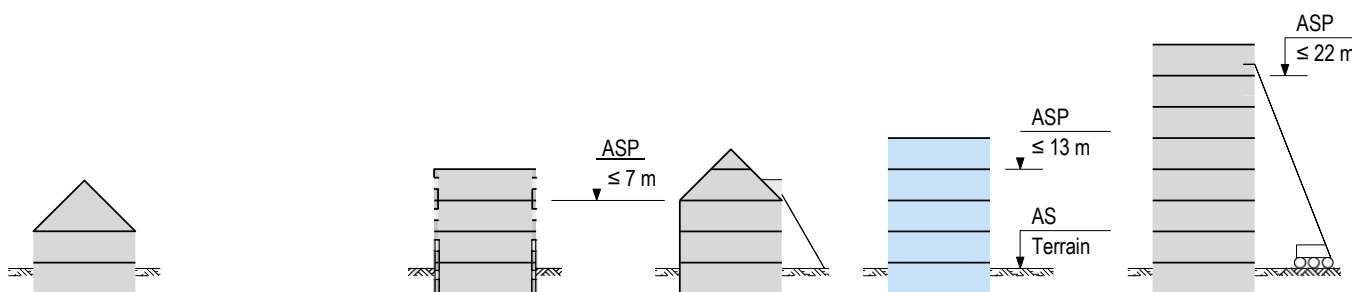
En cas d'impossibilité à attribuer le bâtiment à l'une de ces classes, celui-ci doit être traité comme un bâtiment spécial.

Le principe est le suivant : plus la classe de bâtiments est élevée, plus les exigences en termes de statique, de protection incendie et autres sont élevées.

Remarque	Le règlement MBO sert de base à la législation des règlements allemands régionaux en matière de construction (<i>Landesbauordnungen</i> , LBO). Il ne s'agit pas d'une loi, mais d'un document indiquant les grandes directions à suivre. Il a été rédigé par la Conférence des ministres allemands de la Construction (ARGEBAU) et il est actualisé occasionnellement par cette dernière. Les Länder allemands sont responsables de sa mise en œuvre contraignante.
-----------------	---

Tableau 1 : Répartition des classes de bâtiments

CLB 1	Inhabité, ASP ≤ 7 m, ≤ 2 UU et ≤ 400 m ² au total ¹⁾	CLB 2	Habité, ASP ≤ 7 m, ≤ 2 UU et ≤ 400 m ² au total ¹⁾	CLB 3	Bâtiments spéciaux	CLB 4	ASP ≤ 13 m et ≤ 400 m ² au total ¹⁾ par UU	CLB 5	13 m < ASP ≤ 22 m ou ≤ 400 m ² au total ¹⁾ par UU
-------	--	-------	--	-------	--------------------	-------	--	-------	---



Exigences en matière de construction selon le règlement type MBO 2002			
Parois, piliers, cloisons de séparation, plafonds porteurs et de contreventement entre des unités d'utilisation			
Aucune exigence	Ignifuge	Extrêmement ignifuge	Résistant au feu
Intervention des pompiers			
Possible avec une échelle télescopique		Grande échelle requise	

- UU Unité d'utilisation
- CLB Classe de bâtiments
- AS Arase supérieure
- ASP Arase supérieure du plancher de l'étage le plus élevé dans les pièces dans lesquelles des individus peuvent séjourner, à partir de l'arase supérieure du terrain

1) Superficie brute des unités d'utilisation sans sous-sol

Remarque En principe, le règlement régional en matière de construction est déterminant.

La catégorisation dans des classes de bâtiments a un impact sur l'étendue de la responsabilité du planificateur de l'ouvrage. En général, la stabilité statique de chaque bâtiment doit être vérifiée. Cependant, si le bâtiment dépasse une certaine hauteur et une certaine taille (dès la classe de bâtiments 3), le contrôle de la statique s'avère obligatoire dans certaines conditions. Pour connaître les conditions dans lesquelles un tel contrôle par un expert de la statique est obligatoire, voir illustration 2.

Le cas échéant, les règlements régionaux en matière de construction et relatifs à la documentation des constructions définissent des exigences divergentes ou complémentaires devant toujours être respectés.

Illustration 2 : Graphique de contrôle de la statique selon le règlement type MBO 2002, dernière modification en 2019

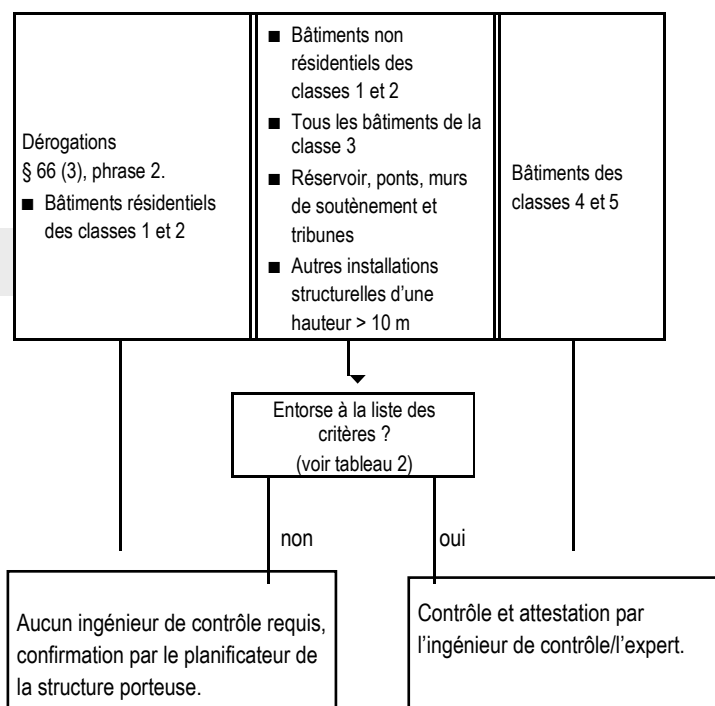


Tableau 2 : Liste des critères selon l'annexe 2 du règlement allemand MBau-VorIV de 2007

Numéro	Critère	oui	non
N° 1	a) Le comportement du terrain est caractérisé et permet la pose de fondations superficielles courantes conformes à la norme DIN 1054.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	b) Il n'existe pas de fondation sur un terrain présentant un risque d'affaissement.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N° 2	a) Pour les bâtiments soumis à la pression du sol, la différence de hauteur entre la semelle de fondation et la surface du sol ne dépasse pas 4 mètres.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	b) Les actions dues à la pression de l'eau ne doivent pas nécessairement être prises en compte dans les calculs.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N° 3	a) Les installations structurelles adjacentes ou les aires de circulation publiques ne sont pas altérées.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	b) Les parties en sous-cœuvre ou blindages de fouilles ne doivent pas obligatoirement faire l'objet d'une vérification.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N° 4	a) La majeure partie des éléments de construction porteurs et de contreventement traversent le bâtiment jusqu'aux fondations sans décalage.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	b) Aucune vérification par le calcul du contreventement du bâtiment, même pour des zones partielles, n'est exigée.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N° 5	a) Les planchers bas sont posés de façon linéaire et doivent être dimensionnés pour des charges réparties de façon homogène (kN/m ²) et pour des charges linéaires provenant des cloisons non porteuses (kN/m).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	b) Les planchers bas ne présentant pas une répartition transversale suffisante ne reçoivent aucune charge concentrée.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N° 6	a) Les éléments de construction de l'installation structurelle ou l'installation structurelle même peuvent être calculés en suivant une méthode simple de la statique des constructions ou être déterminés d'une façon structurelle. Il n'est pas nécessaire de vérifier les structures porteuses spatiales par le calcul.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	b) Aucun examen particulier n'est requis en matière de stabilité, de déformation et d'oscillation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N° 7	a) Il n'existe aucune action accidentelle ou dynamique.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	b) Il n'est pas nécessaire de suivre par le calcul les sollicitations dues aux séismes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N° 8	Aucun type de construction particulier tel que des ouvrages en béton précontraint, des constructions mixtes, des constructions en bois lamellé-collé ou des constructions en aluminium soudé n'est réalisé.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N° 9	Les méthodes de calcul générales pour le dimensionnement des éléments de construction et structures porteuses en cas d'incendie ne sont pas utilisées.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La réponse est « Oui » pour chacun des critères ci-dessus.		<input type="checkbox"/> oui	
		<input type="checkbox"/> non	
Un contrôle de la vérification de la sécurité est donc		<input type="checkbox"/> non requis	
		<input type="checkbox"/> requis	

Remarque

Il suffit d'avoir répondu « **Non** » à un seul des critères de la liste ci-dessus pour qu'un contrôle de la statique soit requis.

Cloisons préfabriquées sur ossature bois et protection incendie

En combinant un matériau porteur comme le bois aux propriétés avantageuses de la plaque de plâtre incombustible, en cas d'incendie les cloisons préfabriquées sur ossature bois peuvent être intégrées en tant qu'éléments de construction extrêmement résistants.

Exigences des règlements en matière de construction

Le règlement allemand en matière de construction (*Muster-Bauordnung*, MBO) formule l'exigence suivante concernant la protection incendie des bâtiments : « Les installations structurelles doivent être disposées, bâties, modifiées et entretenues de sorte à prévenir la déclaration d'un incendie ainsi que la propagation des flammes, des fumées (propagation du feu), permettant aussi en cas d'incendie le sauvetage des personnes et des animaux, ainsi que les opérations d'extinction. » (§ 14 du règlement type MBO 2002, dernière modification en 2019)

Les dispositions concrètes devant satisfaire dans le cadre de cette exigence fondamentale, sont définies dans le règlement type MBO et dans les règlements régionaux en matière de construction (*Landesbauordnungen*, LBO). Les exigences sont différentes selon la classe de bâtiments (voir page 8). Pour les éléments de construction porteurs ou de contreventement, des propriétés incombustibles, extrêmement ignifuges ou résistantes au feu sont exigées. Ces notions se distinguent, entre autres, par la durée de résistance au feu exigée durant laquelle l'élément de construction ne doit pas céder.

- Incombustible : 30 minutes
- Extrêmement incombustible : 60 minutes
- Résistant au feu : 90 minutes

Selon l'exigence et le rôle de l'élément de construction, une durée de résistance au feu spécifique peut être exigée pour les fonctions porteuses, séparatives et isolantes.

Matériau – Élément – Ouvrage

Pour prendre en considération la protection incendie dans son ensemble, il convient d'envisager la déclaration d'un incendie par des matériaux, des éléments de construction et de l'ouvrage complet.

Le comportement au feu du matériau constitue la base de l'évaluation de la résistance de l'élément de construction. Au niveau de l'élément de construction, on évalue l'interaction des différents éléments et la résistance au feu de ces interactions. Il convient d'examiner également la technique de protection incendie du bâtiment dans son ensemble, en particulier à l'égard aux voies de sauvetage.

Pour l'évaluation d'une cloison préfabriquée sur ossature bois au niveau des matériaux, il convient de définir en premier lieu le comportement au feu de chacun des éléments que sont la plaque de plâtre, le bois et l'isolant. Pour l'évaluation de l'ensemble de la cloison, il faut connaître les dimensions, la géométrie, le type d'assemblage et les détails d'exécution de la cloison préfabriquée sur ossature bois.

Exigences portées aux éléments de construction porteurs et de contreventement selon la classe de bâtiments

En règle générale, les éléments de construction porteurs et de contreventement sont soumis aux exigences suivantes en fonction de la classe du bâtiment :

- Classe de bâtiments 1 : aucune exigence
- Classes de bâtiments 2 et 3 : incombustible
- Classe de bâtiments 4 : extrêmement incombustible
- Classe de bâtiments 5 : résistant au feu

Vérification des cloisons préfabriquées sur ossature bois porteuses et de contreventement

Les constructions normalisées avec la durée de résistance au feu correspondante sont introduites dans la norme DIN 4102-4. Des compartiments homologués coupe-feu telles que celles mentionnées dans la documentation Knauf sur la protection incendie peuvent être utilisées en alternative. La capacité « porteur » verticale doit alors être vérifiée avec la capacité portante caractéristique de la contrainte à la pression transversale. Dans de telles constructions, le parement en plâtre assume aussi bien la fonction de contreventement que celle de protection incendie. C'est pourquoi la sollicitation horizontale doit également être vérifiée en cas d'incendie. Cette vérification peut s'effectuer soit en la prenant en compte dans le concept de protection incendie avec l'habillage, soit par le calcul d'après la norme DIN EN 1995-1-2. Pour des cloisons dotées d'un parement double, il convient alors de veiller à ce que les éléments de fixation soient espacés conformément aux prescriptions correspondantes de la protection incendie.

Encapsulation

Pour les cloisons préfabriquées sur ossature bois répondant à un niveau d'exigence extrêmement incombustible, veuillez respecter la directive allemande relative aux exigences en matière de protection incendie applicables aux éléments de construction en bois extrêmement incombustibles (*Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Holzbauteile*, M-HFHolzR). Celle-ci réglemente l'encapsulation. Pour les éléments de construction en bois extrêmement incombustibles, ne pas dépasser une température moyenne de 250 °C à l'arrière du parement. Cela implique que le parement et ses supports répondent à des exigences particulières.

Introduction

Le dimensionnement de constructions en bois selon l'Eurocode 5 instaure des valeurs de résistance (résistance) et des charges (action) caractéristiques.

Ces valeurs caractéristiques sont des indications fondamentales, mais ne constituent pas encore une sécurité.

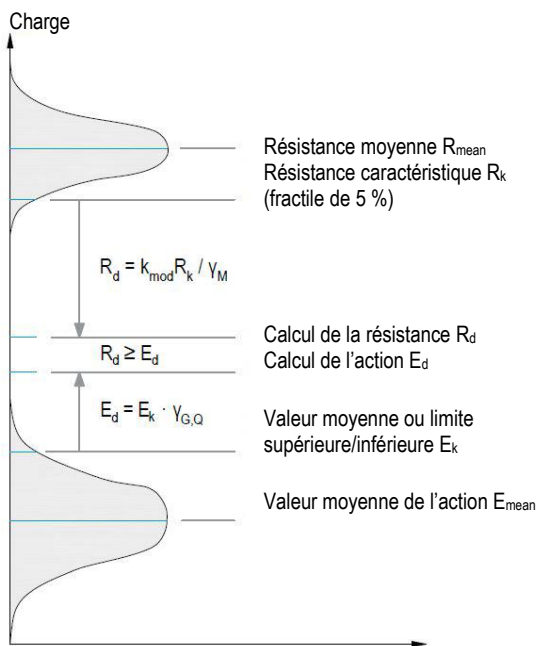
Les incertitudes suivantes, entre autres, doivent être couvertes :

- variations de poids défavorables (par exemple, travées plus larges, tolérances des sections)
- modifications défavorables dues aux influences de l'humidité et de la température (par exemple, résistance moindre avec un bois humide)
- variations de poids défavorables sous l'effet de l'action (par exemple, bois mouillé, différences de densité naturelles)

En règle générale, la résistance caractéristique est déterminée lors d'essais et correspond au fractile de 5 %. En répartition statistique, il s'agit ici que la valeur de l'échantillon n'atteint pas 5 %.

Selon la situation de projet et le type d'action, la valeur caractéristique d'une **action** est décrite soit comme une valeur moyenne, soit comme la valeur inférieure ou supérieure d'une répartition statistique. Cette valeur doit présenter une certaine probabilité de non-dépassement.

Illustration 3 : Répartition statistique schématique des résistances et actions

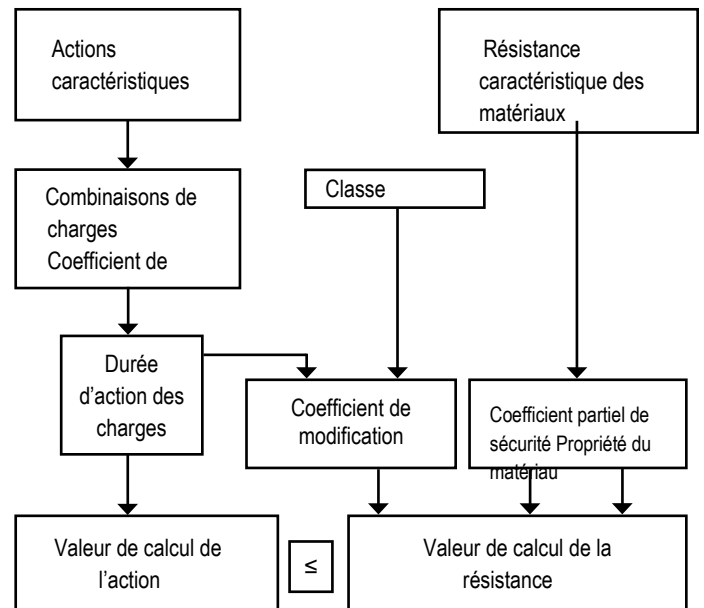


Ces incertitudes sont prises en compte grâce à des coefficients de sécurité appliqués aux actions et à la résistance. La valeur de calcul (indice d pour *design*) découle d'une valeur caractéristique (indice k) qui tient compte de ces incertitudes.

Le dimensionnement doit distinguer les actions (par exemple, vent, neige) de la résistance des matériaux (par exemple, résistance d'une plaque de plâtre). L'illustration 4 présente l'enchaînement logique et la relation entre ces grandeurs et leurs coefficients.

En principe, la valeur de calcul de la résistance du matériau ou de l'élément de construction utilisée dans la vérification doit être supérieure ou égale à la valeur de calcul de l'action issue des charges théoriques.

Illustration 4 : Vérification à l'état limite ultime



Actions (charges)

Les actions caractéristiques ou les charges théoriques sont réglementées dans l'Eurocode 1. Celles-ci sont augmentées par les coefficients partiels de sécurité $\gamma_{G,Q}$ issus de l'Eurocode 0/NA et appliquées lors de la conception. On obtient ainsi :

- Action permanente (poids propres) $G_d = \gamma_G \cdot G_k$
- Action variable (par exemple, charges utiles, charges de neige) $Q_d = \gamma_Q \cdot Q_k$

Tableau 3 : Coefficients partiels de sécurité pour l'action selon DIN EN 1990/NA:2010-12 tableau NA.A.1.2(A) et selon DIN EN 1998-

	γ_G	γ_Q/γ_A
Situation de projet permanente/transitoire		
Effet stabilisant des actions	1,00	–
Effet déstabilisant des actions	1,35	1,50
Situation de projet accidentelle/séisme		
Effet stabilisant/déstabilisant des actions	1,00	1,00

Le tableau 3 présente les coefficients partiels de sécurité $\gamma_{G,Q}$ pour

Le tableau 3 présente les coefficients partiels de sécurité $\gamma_{G,Q}$ pour la vérification à l'état limite ultime. Si les poids propres ont une action stabilisatrice, par exemple dans le cas de la vérification d'un tirant d'ancrage (les poids propres agissant dans la direction de la gravité réduisent les forces de traction), alors ils sont habituellement appliqués uniquement avec $\gamma_G = 1,00$. Pour la construction en bois, on utilise habituellement $\gamma_G = 0,9$ pour la vérification d'un tirant d'ancrage, car on suppose généralement que le poids propre du bois est plus élevé. La vérification exacte s'effectue d'après la norme DIN EN 1990/NA NDP A.1.3.1(1). Pour les calculs indiqués dans la présente brochure technique, seules les vérifications à l'état limite ultime (ELU) sont déterminantes. L'ELU désigne généralement des états dont le dépassement entraîne un risque soit pour la sécurité des personnes, soit pour la sécurité de l'élément porteur. En plus de la vérification à l'ELU, il existe également la vérification à l'état limite de service (ELS). L'ELS vérifie la structure « porteur » du point de vue du bien-être de l'utilisateur, de sa praticité et de son apparence. Les critères déterminants sont ici la déformation (par exemple, fléchissement d'une solive), l'apparition de fissures indésirables et la tendance à osciller.

Introduction, actions (charges)

En ce qui concerne les panneaux muraux conventionnels, les exigences selon la norme DIN EN 1995-1-1/NA NCI 9.2.4.2 (NA.18) sont respectées et aucune vérification de déformation (ELS) ne doit être réalisée (plus d'informations sur les exigences dans la section « Charges de stabilité selon DIN EN 1995-1-1/NA » ou au chapitre « Dimensionnement d'une cloison préfabriquée sur ossature bois »).

Un élément porteur peut être soumise à une ou plusieurs actions variables (par exemple, charges utiles, charge du vent, charge de la neige). Ces charges doivent être combinées les unes aux autres. Statistiquement, il est improbable que toutes les actions variables s'appliquent au même moment avec leurs valeurs caractéristiques intégrales. Elles sont donc prises en compte avec le coefficient de combinaison ψ .

En cas de combinaison de plusieurs charges, une partie de la charge est désignée comme l'action variable prépondérante et prise en compte dans son intégralité. Les charges partielles des actions variables concomitantes sont toutes minorées du coefficient de combinaison ψ_0 . Pour déterminer la combinaison déterminante, il convient d'examiner toutes les combinaisons possibles en changeant chaque fois d'action prépondérante (voir section « Combinaisons de charges » ci-après).

L'Eurocode 0 prescrit des règles pour l'utilisation de coefficients partiels de sécurité et de coefficients de combinaison, de même que pour la combinaison des charges permanentes et variables.

Combinaison de base selon DIN EN 1990, section 6.4.3.2 à l'état limite ultime pour :

une situation de projet permanente et transitoire (par exemple, poids propre, vent, neige)

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} \oplus \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Utilisation de ψ_0 (voir tableau 4) à partir de la 2^e action variable, coefficients partiels de sécurité $\gamma_{G,Q}$ issus du tableau 3 à la page 11.

Situation de projet accidentelle (par exemple, charge thermique en cas d'exigences en matière de protection incendie prévues par le règlement allemand de la construction)

$$E_{dA} = \sum G \oplus A_d \oplus \psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum \psi_{2,i} \cdot Q$$

Selon la norme DIN EN 1991-1-2/NA, NDP relative au point 4.3.1 (2), le coefficient de combinaison quasi permanent $\psi_{2,1}$ peut généralement être utilisé pour l'action prépondérante. Cependant, si l'action prépondérante est le vent, il convient d'utiliser le coefficient de combinaison courant $\psi_{1,1}$. Pour toutes les autres actions variables, utiliser $\psi_{2,i}$ (voir tableau 4).

D'après la norme, \oplus signifie « doit être combiné ». En règle générale, cela veut dire qu'il faut additionner les effets des actions individuelles en présence (exemple à la page suivante).

Tableau 4 : Coefficients de combinaison et classe de durée d'action des charges (CDAC) selon DIN EN 1990/NA, tableau NA.A.1.1 et DIN EN 1995-1-1/NA, tableau NA.1

Action	CDAC	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Poids propres selon DIN EN 1991-1-1	permanente	–	–	–
Charges utiles dans la construction en bois selon DIN EN 1991-1-1				
A Pièces d'habitation et foyers	moyenne	0,7	0,5	0,3
B Bureaux				
C Salles de réunion	courte	0,7	0,7	0,6
D Salles de vente	moyenne	0,7	0,7	0,6
E Dépôt	longue	1,0	0,9	0,8
H Toitures (impraticables hormis pour les travaux d'entretien usuels)	courte	0	0	0
Charge de neige et de glace selon DIN EN 1991-1-3				
Altitude du site \leq 1000 m au-dessus du niveau de la mer	courte	0,5	0,2	0
Altitude du site $>$ 1000 m au-dessus du niveau de la mer	moyenne	0,7	0,5	0,2
Charges de vent selon DIN EN 1991-1-4	courte/très courte	0,6	0,2	0

Pour la définition de la CDAC, voir tableau 6 à la page 14.

Combinaisons de charges

La section précédente aborde la combinaison de base pour la valeur de calcul de l'action à l'état limite ultime. Prenons une solive à deux appuis comme exemple de calcul simple pour montrer l'impact du nombre d'actions variables sur le nombre de combinaisons de charges possibles. L'application des règles de combinaison est expliquée en outre à l'aide d'un exemple concret.

Pour définir la combinaison déterminante des charges, tenir compte de la durée d'action (CDAC) des charges appliquées. Pour les combinaisons des charges, la CDAC déterminante des charges appliquées est toujours la plus courte. Associée à la classe d'utilisation (CLU), elle détermine le coefficient de modification k_{mod} (voir chapitre suivant). Ce dernier modifie la résistance du matériau en fonction du type d'action et doit donc être intégré au calcul en cas de combinaison. Sa prise en compte peut s'effectuer en divisant les résultats obtenus à partir des combinaisons de charge par k_{mod} . La valeur la plus élevée donne alors la combinaison déterminante des charges. La charge de calcul déterminante pour les vérifications à l'état limite ultime peut alors être inférieure à la valeur de calcul de sollicitation la plus élevée.

Nombre de combinaisons à calculer pour n actions variables indépendantes les unes des autres :

$$m = 1 + n \cdot 2^{(n-1)}$$

Exemple : chevron d'un carport (classe d'utilisation 2)

- Poids propre g (0,7 kN/m)
- Neige s (0,8 kN/m)
- Vent w (0,2 kN/m), pression du vent dans le sens du poids propre

Deux actions variables (neige, vent) $\rightarrow n = 2$

$$m = 1 + 2 \cdot 2^{(2-1)} = 5$$

$$n = 3 \rightarrow m = 13$$

$$n = 4 \rightarrow m = 33$$

Résistance

Sur le plan de la résistance, il convient de tenir compte des spécificités du bois et du plâtre. Pour ce faire, utiliser des coefficients correspondant aux influences de la durée d'action des charges et de l'humidité comme expliqué ci-dessous.

Ce qui suit s'applique à la valeur de calcul de la résistance (propriétés du matériau):

$$R_d = \frac{k_{mod}}{\gamma_m} \cdot R_k$$

bzw.

$$f_d = \frac{k_{mod}}{\gamma_m} \cdot f_k$$

k_{mod} = Voir Tableau 8

γ_m = Voir Tableau 5

R_k, f_k = Force portante caractéristique d'un assemblage ou résistance d'un matériau

- Plaques de plâtre, voir tableau 17 à la page 44
- Knauf Diamant X GKFI, voir tableau 19 à la page 45
- Bois massif, voir tableau 18 à la page 44

Tableau 5 : Coefficient partiel de sécurité γ_m selon DIN EN 1995-1-1/NA, tableau NA.1, tableau NA.2

Matériau	γ_m
Situation de projet permanente et transitoire	
Bois massif, matériaux à base de bois, plaques de plâtre, plaques de plâtre renforcées à la fibre	1,3
Acier pour les assemblages Éléments de fixation de type tige soumis à une flexion	1,3
Situation de projet accidentelle (par exemple, charge thermique, séisme)	
	1,0

Pour le dimensionnement des éléments de construction en bois et des plaques de plâtre, tenir compte de l'influence de l'humidité et de la durée d'action des charges en affectant la construction à des *classes d'utilisation* (voir tableau 7) et les charges à des *classes de durée d'action* (voir tableau 6). La combinaison de ces deux facteurs d'influence est prise en compte par l'intermédiaire du coefficient de modification k_{mod} , voir tableau 8. Concernant le coefficient k_{mod} , respecter les points suivants émanant de l'Eurocode 5, 3.1.3 (2) :

Si les actions d'une combinaison des charges (par exemple, poids propre + vent + neige) sont réparties dans des classes de durée d'action différentes, utiliser alors le coefficient de modification correspondant à l'action ayant la durée **la plus courte**. Pour la combinaison poids propre + vent + neige, la valeur choisie serait celle de l'action du vent puisque la durée d'action correspondante (courte/très courte) est la plus courte.

Le bois soumis à une charge présente une perte considérable de sa résistance au cours du temps. Les valeurs de résistance utilisées pour le dimensionnement d'éléments de construction en bois soumis à des charges permanentes sont réduites à seulement 60 % des valeurs de résistance déterminées lors d'essais de courte durée effectués en laboratoire. Pour tenir compte de cette influence, répartir les actions des charges dans les classes de durée d'action des charges.

Introduction, actions (charges)

Tableau 6 : Classe de durée d'action des charges (CDAC) selon l'Eurocode 5

CDAC	Ordre de grandeur de la durée de charge accumulée	Exemple
permanente	Plus de 10 ans	Poids propres
longue	6 mois à 10 ans	Charges utiles dans les dépôts
moyenne	1 semaine à 6 mois	Charges routières sur des chapes, charges de neige, sites à plus de +1000 m d'altitude
courte	Moins de 1 semaine	Charges de neige, sites jusqu'à +1000 m d'altitude
Courte/très courte	Moins de 1 semaine/ plus de 1 minute	Charges de vent (DIN EN 1995-1-1/NA)
Très courte	Moins de 1 minute	Impacts (DIN EN 1995-1-1/NA)

De même, l'humidité a une grande influence sur la résistance. Une augmentation de l'humidité entraîne une réduction des valeurs de résistance et de rigidité et doit donc être prise en compte pour le dimensionnement. Par conséquent, la construction est répartie dans différentes classes d'utilisation (CLU) auxquelles est attribué un climat ambiant défini.

Tableau 7 : Classes d'utilisation (CLU) selon l'Eurocode 5

CLU	Humidité d'équilibre u_{gl} en %	Climat ambiant	Champ d'application (exemples)
1	10 ± 5	20 °C et 65 % d'humidité relative de l'air, avec un dépassement de quelques semaines par an seulement	Espaces intérieurs chauffés
2	15 ± 5	20 °C et 85 % d'humidité relative de l'air, avec un dépassement de quelques semaines par an seulement	Structures porteuses ouvertes abritées
3	18 ± 6	Conditions climatiques entraînant un taux d'humidité relativement élevé du bois	Éléments de construction en extérieur exposés aux intempéries

Le tableau suivant présente le facteur k_{mod} qui tient compte des facteurs d'influence CDAC et CLU.

Remarque	Concernant le vent, la norme DIN EN 1995-1-1/NA NDP 2.3.1.2 (2) permet d'utiliser la moyenne des catégories courte et très courte pour le coefficient k_{mod} .
-----------------	---

Tableau 8 : Coefficient de modification (k_{mod}) selon l'Eurocode 5

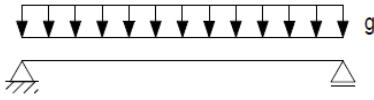
Matériau	CLU	Bois massif Bois lamellé-collé Bois équarri Bois plaqué stratifié Bois contre-plaqué			Plaques de plâtre GKBI, GKFI, GKB ¹⁾ , GKF ¹⁾ , Diamant X GKFI	
		1	2	3	1	2
CDAC	permanente	0,60	0,60	0,50	0,20	0,15
	longue	0,70	0,70	0,55	0,40	0,30
	moyenne	0,80	0,80	0,65	0,60	0,45
	courte	0,90	0,90	0,70	0,80	0,60
	très courte	1,10	1,10	0,90	1,10	0,80

1) GKB et GKF uniquement pour la CLU 1

Exemple concret d'une combinaison de base (situation de projet permanente et transitoire)

Combinaison des charges 1 (g)

Illustration 5 : Combinaisons de charges sur une poutre à deux appuis



$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} \oplus \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$E_d = 1,35 \cdot 0,7 \text{ kN/m} = 0,95 \text{ kN/m}$$

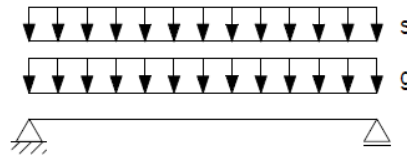
KLED ständig $\rightarrow k_{mod} = 0,6$

$$\frac{E_d}{k_{mod}} = \frac{0,95}{0,6} = 1,58 \text{ kN/m}$$

CDAC permanente $\rightarrow k_{mod} = 0,6$

Combinaison de charges 2 (g + s)

Illustration 6 : Combinaisons de charges sur une poutre à deux appuis



$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,j} \oplus \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$E_d = 1,35 \cdot 0,7 \text{ kN/m} + 1,5 \cdot 0,8 \text{ kN/m} = 2,15 \text{ kN/m}$$

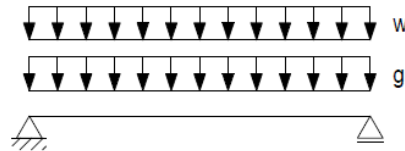
Maßgebende KLED (Schnee) = kurz $\rightarrow k_{mod} = 0,9$

$$\frac{E_d}{k_{mod}} = \frac{2,15}{0,9} = 2,39 \text{ kN/m}$$

CDAC déterminante (neige) = courte $\rightarrow k_{mod} = 0,9$

Combinaison de charges 3 (g + w)

Illustration 7 : Combinaisons de charges sur une poutre à deux appuis



$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,j} \oplus \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

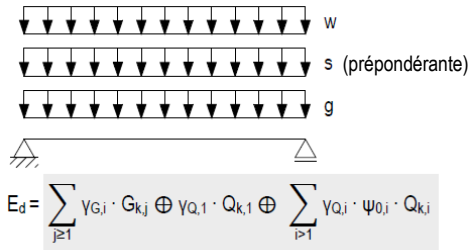
$$E_d = 1,35 \cdot 0,7 \text{ kN/m} + 1,5 \cdot 0,2 \text{ kN/m} = 1,25 \text{ kN/m}$$

CDAC déterminante (vent) = courte/très courte $\rightarrow k_{mod} = 1,0$

$$\frac{E_d}{k_{mod}} = \frac{1,25}{1,0} = 1,25 \text{ kN/m}$$

Combinaison de charge 4 (g + s (prépondérante) + w)

Illustration 8 : Combinaisons de charges sur une poutre à deux appuis



$$E_d = 1,35 \cdot 0,7 \text{ kN/m} + 1,5 \cdot 0,8 \text{ kN/m} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,2 \text{ kN/m} = 2,33 \text{ kN/m}$$

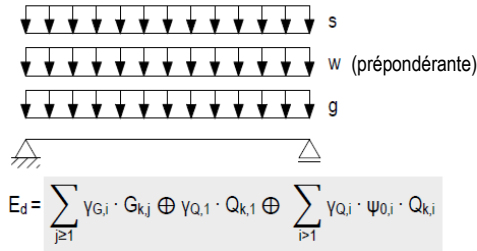
Maßgebende KLED (Wind) = kurz / sehr kurz $\rightarrow k_{mod} = 1,0$

CDAC déterminante (vent) = courte/très courte $\rightarrow k_{mod} = 1,0$

$$k_{mod} = 1,0$$

Combinaison de charges 5 (g + s + w (prépondérante))

Illustration 9 : Combinaisons de charges sur une poutre à deux appuis



$$E_d = 1,35 \cdot 0,7 \text{ kN/m} + 1,5 \cdot 0,2 \text{ kN/m} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \text{ kN/m} = 1,85 \text{ kN/m}$$

CDAC déterminante (vent) = courte/très courte $\rightarrow k_{mod} = 1,0$

$$\frac{E_d}{k_{mod}} = \frac{1,85}{1,0} = 1,85 \text{ kN/m}$$

Cet exemple met en évidence que la combinaison de charges avec la valeur de calcul de sollicitation la plus élevée n'est pas nécessairement déterminante pour la vérification à l'état limite ultime. La combinaison des charges 4 fournit la valeur de calcul absolue la plus élevée (2,33 kN/m) pour la sollicitation. La combinaison de charges déterminante comme preuve à l'état limite ultime est obtenue en divisant les charges de calcul par le coefficient de modification correspondant.

En tenant compte du coefficient k_{mod} , la combinaison des charges déterminante est la 2 (g + s). Les vérifications s'effectuent avec une charge de 2,15 kN/m.



**Action sur les structures porteuses selon
DIN EN 1991-1-1 et DIN EN 1991-1-1/NA**

Charges verticales

Poids propre selon DIN EN 1991-1-1/NA

La charge issue du poids propre se compose d'actions permanentes stationnaires provenant de la construction et des éléments de soutènement. Elles sont fonction du matériau et de la structure de l'élément de construction.

Les annexes A et NA de la norme DIN EN 1991-1-1 mentionnent dans un tableau les poids spécifiques (kN/m^3) des différents matériaux de construction. Si des valeurs plus précises sont connues pour la densité du matériau envisagé, il convient de les utiliser. Ces valeurs permettent de déterminer la charge surfacique (kN/m^2) de la structure d'un élément de construction en fonction de son épaisseur. Si l'on tient également compte de la hauteur d'un élément de construction, on obtient alors une charge linéaire (kN/m).

Illustration 10 : Représentation d'une cloison préfabriquée sur ossature bois type

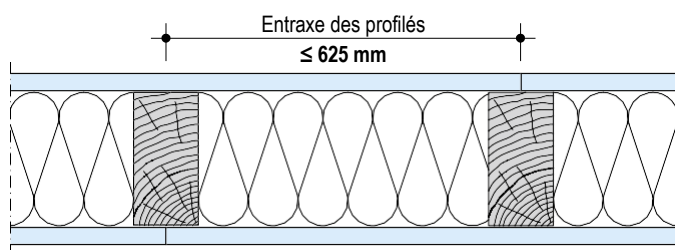


Tableau 9 : Exemple de calcul du poids propre d'une cloison à ossature bois

	Structure	Surépaisseur en mm	Calcul	Charge surfacique en kN/m^2
1.	Diamant X GKFI selon ETE 13/0800 $d = 15 \text{ mm}$, $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3 \approx 10 \text{ kN/m}^3$	15	$0,015 \text{ m} \cdot 10 \text{ kN/m}^3$	= 0,15
2.	Montants en bois 60/120 mm Entraxe des montants $e = 625 \text{ mm}$ $\gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$ Panneau isolant à encastrer Knauf KP-035/HB Laine de roche $d = 120 \text{ mm}$ $\gamma = 50 \text{ kg/m}^3 = 0,5 \text{ kN/m}^3$	120,0	$0,12 \text{ m} \cdot (0,06 \text{ m}/0,625 \text{ m}) \cdot 4,2 \text{ kN/m}^3$	= 0,05
		120,0	$0,12 \text{ m} \cdot (0,565 \text{ m}/0,625 \text{ m}) \cdot 0,5 \text{ kN/m}^3$	= 0,05
3.	Diamant X GKFI selon ETE 13/0800 $d = 15 \text{ mm}$, $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3 \approx 10 \text{ kN/m}^3$	15	$0,015 \text{ m} \cdot 10 \text{ kN/m}^3$	= 0,15
	Total	150,0	–	0,40
	Charge linéaire totale (2,60 m de hauteur)	–	0,40 $\text{kN/m}^2 \cdot 2,60 \text{ m}$	= 1,04 kN/m

Charges utiles selon DIN EN 1991-1-1 et DIN EN 1991-1-1/NA

Les charges utiles constituent une action variable ou mobile sur l'élément de construction. Elles peuvent être dues à des personnes, du mobilier, des véhicules (charges routières), du matériel stocké, etc. La valeur caractéristique de la charge utile q_k en kN/m^2 dépend du type d'utilisation et peut être déterminée à l'aide du tableau 6.1DE de la norme DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12. La charge ponctuelle Q_k qui y est mentionnée en kN doit être appliquée quand aucune répartition transversale suffisante des plafonds n'est indiquée (par exemple, plafonds sur charpente en bois).

Les charges de cloisons de séparation légères non sollicitées (charge du vent $\leq 5 \text{ kN/m}$ de cloison) peuvent être simplifiées et intégrées en tant que supplément réparti régulièrement (supplément pour cloison de séparation). Pour les cloisons apportant une charge maximale de 3 kN/m de cloison, enduit inclus, ajouter au moins $0,8 \text{ kN/m}^2$ à la charge utile ; pour les cloisons apportant une charge supérieure à 3 kN/m et inférieure ou égale à 5 kN/m , ajouter au moins $1,2 \text{ kN/m}^2$. Pour des charges utiles de 5 kN/m^2 et plus, ce supplément n'est pas nécessaire. En sont exclues les cloisons dressées parallèlement aux solives du plafond sans répartition transversale suffisante (par exemple, plafonds sur charpente en bois) (DIN EN 1991-1-1/NA, NCI relatif au point 6.3.1.2(8)).

Pour les cloisons présentant une charge supérieure à 5 kN/m de cloison, une vérification plus précise s'avère nécessaire. Les charges provenant de cloisons de séparation mobiles doivent être traitées comme une charge utile.

Charges de neige selon DIN EN 1991-1-3 et DIN EN 1991-1-3/NA

Charges de neige au sol

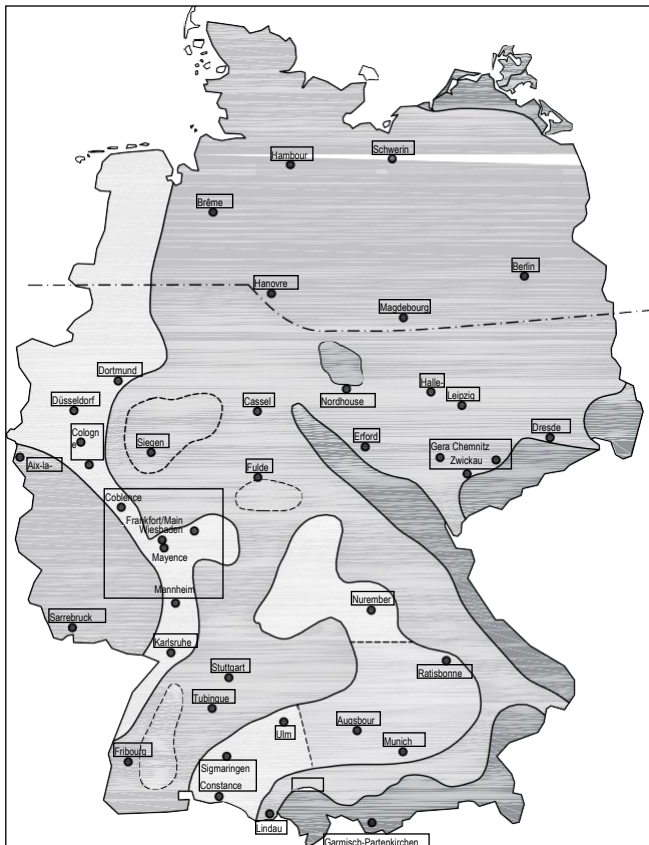
Les valeurs caractéristiques de la charge de neige au sol varient en fonction de la zone relative à la charge de neige et de l'altitude au-dessus du niveau de la mer.

Les tableaux de l'Institut allemand pour la technique du bâtiment (*Deutsches Institut für Bautechnik, DIBt*) donnent des indications sur la zone relative à la charge de neige applicable au projet de construction. Les districts, voire les communes, sont affectés à l'une de ces zones dans un tableau.

La carte présentée dans l'illustration 11 permet de déterminer approximativement la zone relative à la charge de neige.

Des valeurs supérieures sont déterminantes pour certaines régions incluses dans la zone 3.

Illustration 11 : Carte des zones relatives à la charge de neige selon DIN EN 1991-1-3/NA



- Zone de charge de neige 1
- Zone de charge de neige 2a
- Zone de charge de neige 1a
- Zone de charge de neige 3
- Zone de charge de neige 2
- Limite des plaines du nord de l'Allemagne

Certaines régions sont affectées à la zone 3a. Ces régions sont énumérées dans les tableaux du DIBt.

Charges de neige sur les toits

La charge de neige sur les toits dépend de la forme du toit, de son inclinaison et de la charge de neige caractéristique. Lors du calcul, la charge de neige est supposée verticale par rapport à la projection de la surface du toit (surface horizontale).

Il faut tenir compte du fait que la neige puisse être répartie de manière irrégulière sur le toit sous l'action du vent. Dans le cas de toits en bâtière, il convient d'étudier indépendamment les cas de *neige soufflée* et de *neige non soufflée*. Le cas échéant, il faut également tenir compte séparément des fortes accumulations de neige au niveau des garde-neige et dans la gouttière.

Illustration 12 : Toits plats et toits en appentis

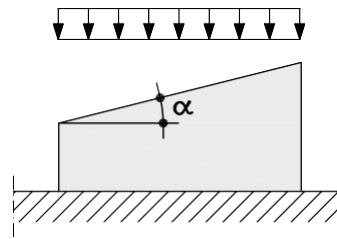
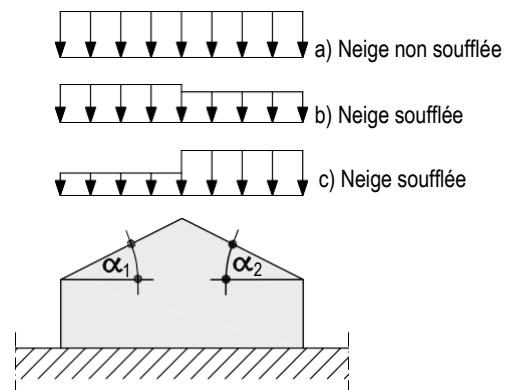


Illustration 13 : Toits en bâtière



Charges de stabilité selon DIN EN 1995-1-1/NA

Pour les panneaux muraux, la norme DIN EN 1995-1-1/NA NCI relatif au point 9.2.4.2 NA.17 établit qu'il faut tenir compte d'une inclinaison du panneau (par exemple, à cause d'un montage imprécis). Pour cela, on applique une force perpendiculaire au plan de la plaque, en fonction de la longueur du panneau mural et du poids mort qui lui est appliqué. Cette force agit par paire sur les extrémités supérieures et inférieures de la cloison et doit être absorbée par les panneaux muraux verticaux. La déformation qui en résulte est limitée par une valeur maximale.

Il existe cependant une exception qui est décrite au paragraphe suivant, à savoir la norme DIN EN 1995-1-1/NA NCI relatif au point 9.2.4.2 NA.18.

Ce paragraphe énumère les critères qui, s'ils sont respectés, rendent inutile une vérification de l'inclinaison. Les points suivants doivent être respectés :

- La largeur b_{plaque} des plaques doit être au moins égale à $1/4$ de la hauteur h du panneau.
- La longueur b des panneaux muraux doit être au moins égale à $1/3$ de la hauteur h du panneau.
- Le panneau est placé dans une sous-construction rigide.
- Aucune augmentation de la capacité portante des éléments de fixation selon le point 9.2.4.2 (5) n'est appliquée.

Les panneaux muraux traités ici respectent généralement ces prescriptions.

La prise en compte des charges de stabilité doit être contrôlée au cas par cas.

Charges sismiques selon DIN EN 1998-1 et DIN EN 1998-1/NA

De par la ductilité (solidité) de leur structure porteuse, les bâtiments en bois ont un comportement positif sous l'action d'un séisme. Un dimensionnement correspondant de l'assemblage entre le parement (glissement sur la surface de contact), l'élément de fixation (formation d'une articulation flexible) et la construction des montants (glissement sur la surface de contact) garantit une déformation grâce à des pièces plastiques. En fonction de la taille de ces pièces plastiques dans les assemblages, l'énergie peut être transformée en cas de séisme. Ainsi, la déformation plastique absorbe l'énergie, que l'on peut alors négliger pour la suite du dimensionnement.

La norme DIN EN 1998-1 indique des coefficients q de comportement en fonction du système de contreventement. Ces coefficients réduisent la charge horizontale à appliquer en cas de séisme. Les bâtiments en bois peuvent être catégorisés au moins dans la classe de ductilité 1 ($q = 1,5$). En fonction de la capacité de dissipation (absorption de l'énergie par la déformation plastique) du système de contreventement, il est possible de les catégoriser dans la classe de ductilité 2 ou 3.

En règle générale, le tableau NA.D.2 de la norme DIN EN 1998-1/NA n'exige aucune vérification au séisme pour les bâtiments de la catégorie II (petits bâtiments résidentiels et administratifs). Pour cela, il convient de satisfaire aux conditions suivantes : le nombre maximal de niveaux complets doit être inférieur ou égal à 4 dans la zone sismique 1, inférieur ou égal à 3 dans la zone sismique 2 et inférieur ou égal à 2 dans la zone sismique 3.

Remarque

Le risque sismique étant faible et classé comme un cas de charge accidentel en Allemagne, la sollicitation horizontale due à la charge de vent est déterminante dans de nombreux cas. La comparaison des combinaisons de charges aboutit au même résultat.

Définition d'un niveau complet

Pour le nombre de niveaux, le niveau en rez-de-jardin peut être négligé s'il est construit comme une boîte rigide et que les fondations sont présentes sur toute la hauteur.

Charges de vent selon DIN EN 1991-1-4 et DIN EN 1991-1-4/NA

Les actions du vent changent au cours du temps et sont donc classées en tant qu'actions libres et variables (DIN EN 1990-1 4.1.1). La pression du vent agit à 90° sur la surface concernée et est définie comme une pression positive dans les charges de pression, mais comme une pression négative dans les charges de dépression.

Les actions du vent définies ci-après sont des valeurs caractéristiques qui ont été déterminées à une vitesse de base ou avec une pression dynamique correspondante. Les valeurs de base sont des grandeurs caractéristiques qui présentent une probabilité de dépassement annuel de 2 %, ce qui correspond à une période de récurrence moyenne de 50 ans.

Pression dynamique

La section suivante traitera uniquement de la procédure de détermination simplifiée de la charge de vent pour des ouvrages d'une hauteur maximale de 25 mètres. En comparaison de la procédure réglementaire, et pour une procédure de détermination précise (DIN EN 1991-1-4/NA annexe NA.B1), l'écart des valeurs peut atteindre environ ±10 %. Pour un calcul économique, il peut être judicieux de faire la comparaison.

La charge w_k caractéristique de vent se calcule comme suit :

$$w_k = C_{pe} \cdot q_p$$

C_{pe} = Coefficient aérodynamique de pression extérieure

q_p = Pression dynamique de rafale

Les coefficients de pression extérieure tiennent compte de la géométrie des éléments de construction soumis au vent. Si l'on souhaite, par exemple, déterminer la charge de vent sur les cloisons verticales de bâtiments, le rapport entre la hauteur et la longueur du bâtiment est décisif. Dans le cas de toits en bâtière, c'est l'inclinaison de la toiture qui détermine le coefficient.

On distingue les coefficients de pression extérieure locaux ($C_{pe,1}$) et globaux ($C_{pe,10}$) qu'il faut appliquer en fonction de la surface de réception de charge de l'élément de construction sollicité.

En plus des coefficients de pression extérieure, il existe leurs pendants : les coefficients de pression intérieure. Il convient d'en tenir compte uniquement pour des bâtiments ouverts tels que des étables ou des dépôts (taux d'ouverture jusqu'à 30 %).

La première étape consiste à déterminer la pression q_p dynamique de rafale. Celle-ci dépend de la zone de vent et de l'éloignement des côtes, voir tableau 10.

Illustration 14 : Zones de vent selon DIN EN 1991-1-4/NA annexe A



Les tableaux de l'Institut allemand pour la technique du bâtiment (*Deutsches Institut für Bautechnik, DIBt*) sont une alternative permettant de déterminer la zone de vent. Ces tableaux répartissent les districts ou certaines communes dans des zones de vent.

Tableau 10 : Pression dynamique selon DIN EN 1991-1-4/NA, tableau NA.B.3

Zone de vent		Pression q_p dynamique en kN/m ² pour un bâtiment d'une hauteur h en mètres, dans la limite de		
		$h \leq 10$	$10 < h \leq 18$	$18 < h \leq 25$
1	Intérieur des terres	0,50	0,65	0,75
2	Intérieur des terres	0,65	0,80	0,90
	Littoral ¹⁾ , îles de la mer Baltique	0,85	1,00	1,10
3	Intérieur des terres	0,80	0,95	1,10
	Littoral ¹⁾ , îles de la mer Baltique	1,05	1,20	1,30
4	Intérieur des terres	0,95	1,15	1,30
	Littoral ¹⁾ mer du Nord et mer Baltique, îles de la mer Baltique	1,25	1,40	1,55
	Îles de la mer du Nord ²⁾	1,40	–	–

1) Le littoral correspond à une bande de 5 km de largeur qui court le long des côtes et se dirige vers l'intérieur des terres.

2) Sur les îles de la mer du Nord, la pression dynamique de rafale pour les constructions d'une hauteur supérieure à 10 mètres doit être déterminée selon la norme DIN EN 1991-1-4/NA NA.B.3.3.

Charges horizontales

Les coefficients de pression extérieure (c_{pe}) pour les cloisons extérieures et les toitures sont différents et doivent donc être considérés séparément.

Coefficient de pression extérieure pour cloison

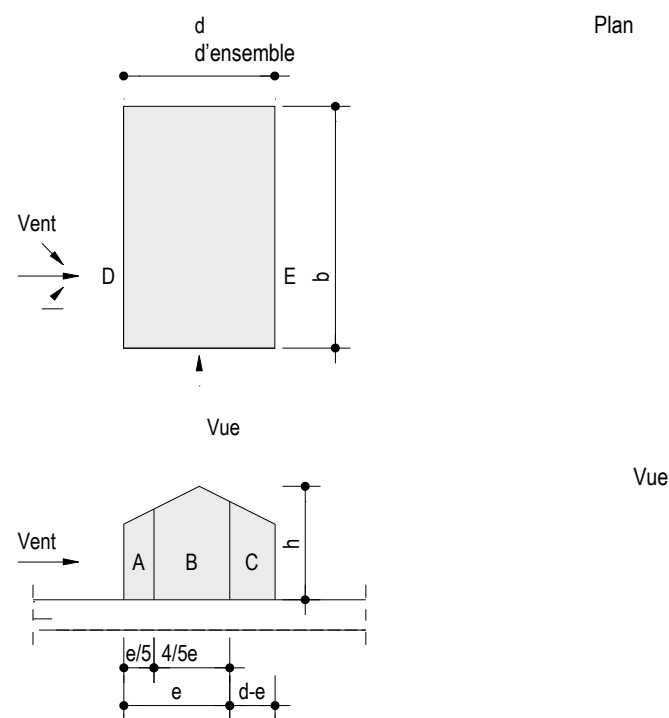
Le coefficient de pression extérieure c_{pe} des cloisons verticales d'un corps de bâtiment avec un plan d'ensemble rectangulaire est déterminé par le rapport de la hauteur h du corps de bâtiment sur la largeur d du corps de bâtiment.

- $c_{pe,1}$ = Surface de réception de charge $A \leq 1 \text{ m}^2$
(par exemple, éléments d'habillage et de toiture, généralement non pertinents pour le contreventement)
- $c_{pe,10}$ = Surface de réception de charge $A > 10 \text{ m}^2$
Pour le dimensionnement de la structure porteuse globale, y compris le contreventement du bâtiment

Ici, les cloisons sont réparties dans les zones A à E. Les zones D et E sont consacrées à un vent vertical et pertinentes pour le contreventement des bâtiments. Les zones A, B et C sont orientées parallèlement au sens du vent et sont utiles, par exemple, pour le dimensionnement de l'ancrage des façades.

Par conséquent, seuls les coefficients de pression extérieure dans les zones D et E sont pertinents pour le contreventement des bâtiments.

Illustration 15 : Sens d'écoulement du vent selon DIN EN 1991-1-4 7.2



- d = Dimensions du plan d'ensemble parallèle au vent
- b = Dimensions du plan d'ensemble perpendiculaire au vent

Les deux sens d'écoulement du vent doivent être pris en compte.

Les tableaux suivants indiquent les coefficients de pression extérieure.

Tableau 11 : Coefficients de pression extérieure selon DIN EN 1991-1-4/NA, tableau NA.1

Domaine	Surface de réception de charge	h/d		
		≥ 5	1	≤ 0,25
D	$c_{pe,10}$	+0,8	+0,8	+0,7
E	$c_{pe,10}$	-0,5	-0,5	-0,3

Pour un bâtiment isolé érigé sur un terrain découvert, des forces de succion supérieures peuvent se produire dans la zone de succion. Les valeurs intermédiaires peuvent être interpolées de façon linéaire. Pour les bâtiments avec $h/d > 5$, la charge de vent totale peut être déterminée à l'aide des coefficients de force contenus dans la norme DIN EN 1991-1-4, sections 7.6 à 7.8 et 7.9.2.

Coefficient de pression extérieure des toitures

Les surfaces des toits en bâtière sont réparties entre les zones F à K. La forme du toit et son inclinaison sont des éléments différenciateurs. Dans le cas de toits en bâtière, il faut toujours étudier deux cas distincts :

sens d'écoulement sur la gouttière $\theta = 0^\circ$

sens d'écoulement sur le pignon $\theta = 90^\circ$

Les coefficients de pression extérieure pour les toits en bâtière sont énumérés dans les tableaux suivants. Pour les toitures d'une autre forme (par exemple, toits plats ou en appentis), la norme DIN EN 1994-1-4 indique de plus amples valeurs.

Dans le cas des toits plats, le vent ne génère aucune charge horizontale sur la surface du toit, mais il réduit le poids mort.

Toits en bâtière

Illustration 16 : Coupe d'un bâtiment avec toit en bâtière

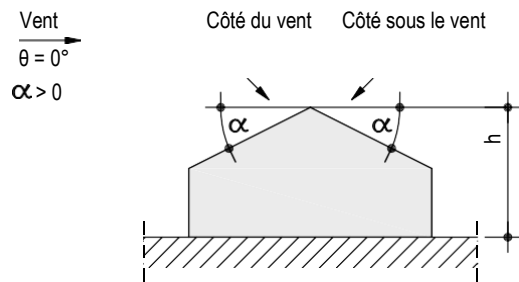


Illustration 17 : Sens d'écoulement du vent à 0°

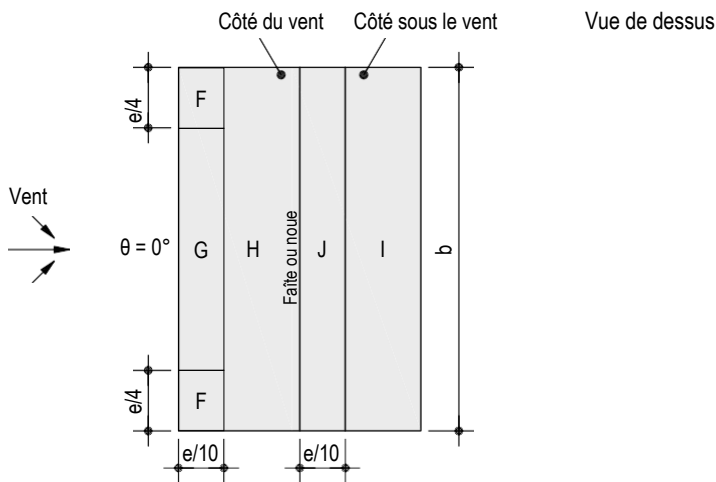
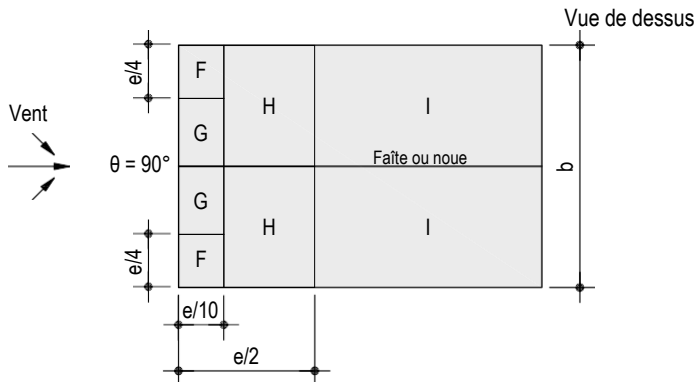


Illustration 18 : Sens d'écoulement du vent à 90°



$e = b$ ou $2 \cdot h$, la plus petite valeur est déterminante

$b =$ Largeur perpendiculaire au vent

Tableau 12 : Coefficients de pression extérieure d'une toiture en bâtière selon DIN EN 1991-1-4 7.2.5

Angle d'inclinaison α	F C _{pe,10}	G C _{pe,10}	H C _{pe,10}	I C _{pe,10}	J C _{pe,10}
Zone pour le sens d'écoulement $\theta = 0^\circ$					
5 %	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	+0,2
	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15 %	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-0,1
	+0,2	+0,2	+0,2	+0,0	+0,0
30 %	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	+0,7	+0,7	+0,4	+0,0	+0,0
45 %	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	+0,7	+0,7	+0,6	+0,0	+0,0
60 %	+0,7	+0,7	+0,7	-0,2	-0,3
75 %	+0,8	+0,8	+0,8	-0,2	-0,3
Zone pour le sens d'écoulement $\theta = 90^\circ$					
5 %	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6	-
15 %	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5	-
30 %	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5	-
45 %	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5	-
60 %	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5	-
75 %	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5	-

Observations relatives au tableau

- Pour le sens d'écoulement $\theta = 0^\circ$ et un angle d'inclinaison $\alpha = 5^\circ$ à 45° , la pression varie rapidement entre les valeurs positives et négatives. C'est pourquoi les valeurs positives et négatives sont indiquées ici. Dans le cas de telles toitures, quatre cas de figure doivent être envisagés, pour lesquels on combinera respectivement les valeurs inférieure et supérieure pour les zones F, G et H avec les valeurs inférieures ou supérieures des zones I et J. Il n'est pas possible de mélanger des valeurs positives et négatives sur la surface d'un toit.
- Pour des inclinaisons de toit entre les valeurs mentionnées, procéder à une interpolation linéaire.
- Pour le sens d'écoulement $\theta = 0^\circ$, la combinaison de la pression du vent sur le côté du vent et de la succion du vent sur le côté sous le vent donne la force horizontale absolue la plus élevée.
- Avec $\theta = 90^\circ$, le toit ne produit aucune force horizontale sur la construction. La succion du vent réduit toutefois le poids mort sur les cloisons.



Bases du contreventement

Introduction

Un bâtiment dans lequel aucun contreventement spatial n'est assuré menace de *s'effondrer*. La vérification du contreventement d'un bâtiment fait partie intégrante du calcul statique qui doit être réalisé conformément au règlement en matière de construction de la région concernée.

Pour les petites constructions, il peut être judicieux de contreventer uniquement les cloisons extérieures. Cela permet de répartir les cloisons intérieures avec plus de flexibilité.

Pour les constructions plus volumineuses, il est souvent inévitable d'utiliser les cloisons intérieures pour le contreventement. Pour cela, il faut sélectionner des cloisons qui ne changeront pas au cours de la vie du bâtiment (par exemple, cloisons de cage d'escalier).

En plus de constituer un panneau mural préfabriqué sur ossature bois (construction à montants et parement), il existe d'autres moyens de créer un élément de contreventement :

- tirants croisés (par exemple, feuillard perforé)
- renforts d'angles résistants à la flexion (par exemple, construction d'un bâtiment industriel, support en bois lamellé-collé)
- tirants et barres de pression (par exemple, diagonales en bois, haubans)
- panneaux en construction massive (par exemple, construction en maçonnerie ou en béton)
- noyau de contreventement (par exemple, cage d'ascenseur)

Exemples de constructions

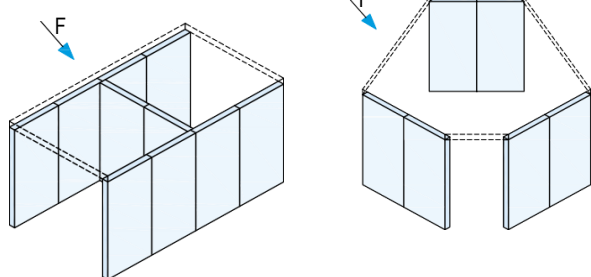
Exemples de constructions stables

Illustration 19 : Règles de construction pour les panneaux muraux

1 panneau de plafond et 3 panneaux muraux ✓

Plusieurs points d'intersection des lignes d'action ✓

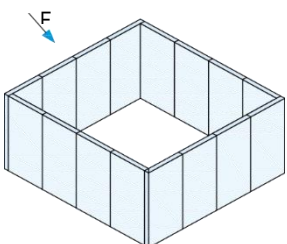
Disposition non parallèle de l'ensemble des panneaux muraux ✓



4 panneaux muraux ✓

Plusieurs points d'intersection des lignes d'action ✓

Disposition non parallèle de l'ensemble des panneaux muraux ✓



Règles fondamentales

Il existe divers moyens de contreventer un bâtiment. Cependant, les règles de construction suivantes doivent être observées en toutes circonstances :

- 4 panneaux muraux ou 3 panneaux muraux et un panneau de plafond
- assemblage résistant au cisaillement entre un panneau mural et un panneau de plafond
- disposition non parallèle de l'ensemble des panneaux muraux
- intersection des lignes d'action des panneaux muraux en des points différents

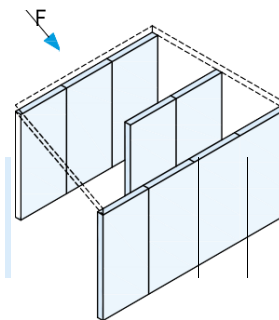
Exemples de constructions instables

Illustration 20 : Règles de construction pour les panneaux muraux

1 panneau de plafond et

3 panneaux muraux ✓

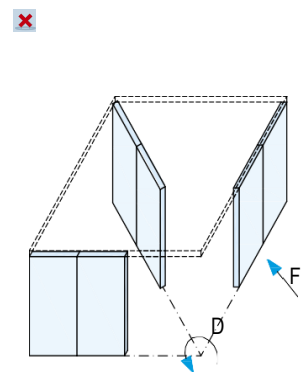
Disposition parallèle ✗



1 panneau de plafond et

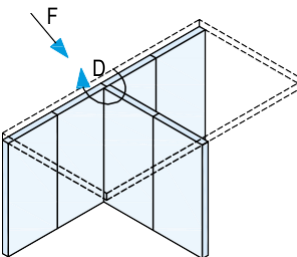
3 panneaux muraux ✓

1 point d'intersection des lignes d'action ✗



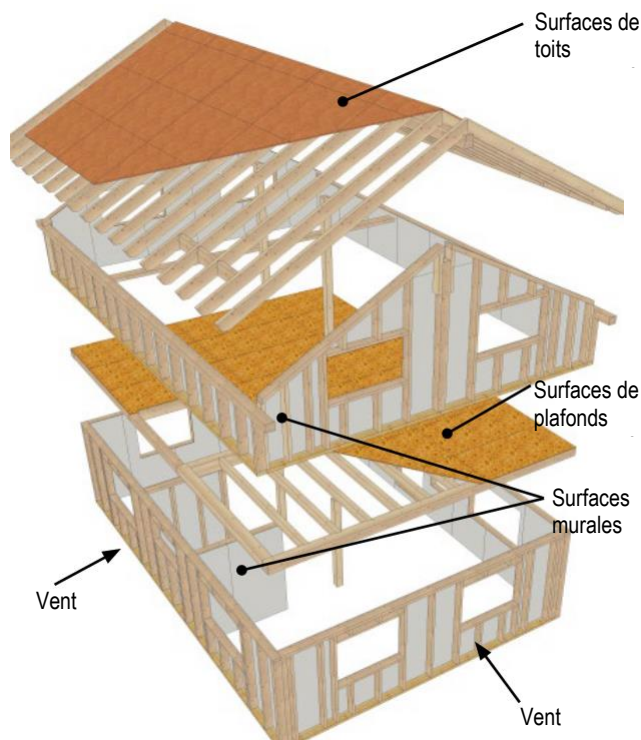
1 panneau de plafond et 2 panneaux muraux ✗

1 point d'intersection des lignes d'action ✗



Répartition des actions sur les éléments de construction du bâtiment

Illustration 21 : Principe de contreventement dans la construction sur ossature bois



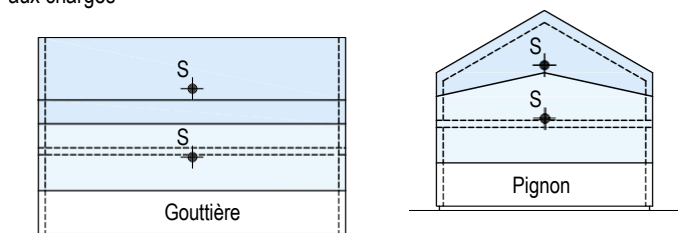
Le contreventement efficace d'un bâtiment est constitué pour l'essentiel de trois composants :

- un panneau de plafond ou de toit contreventé qui conduit les actions horizontales vers les panneaux muraux qui le portent ;
- des panneaux muraux contreventés qui conduisent les charges provenant du panneau de plafond vers le niveau inférieur ;
- des ancrages qui absorbent les forces de soulèvement des panneaux muraux contreventés.

La transmission des charges horizontales suit les étapes ci-dessous :

1. Afflux des charges de vent sur les cloisons extérieures

Illustration 22 : Surfaces des panneaux de toiture et de plafond soumises aux charges



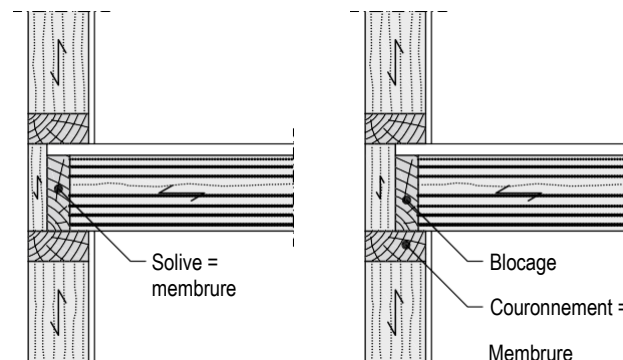
S Centre de gravité de la charge

2. Transmission de la force dans le plafond par l'intermédiaire de la structure de la cloison extérieure

La force doit d'abord être transmise au plafond par l'intermédiaire de l'enveloppe extérieure. Les deux solutions constructives suivantes sont présentées pour garantir un assemblage rigide entre la cloison et le plafond.

De même qu'un panneau mural, un panneau de plafond a besoin d'une membrure périphérique continue pour être efficace.

Illustration 23 : Raccord cloison/plafond



La vue détaillée à gauche présente la réalisation d'une solve au niveau du plafond (pose sur le chantier). Cette solve est ancrée dans le panneau mural à l'aide d'éléments de fixation afin de transmettre les forces de cisaillement (avec des charges verticales élevées, le transfert vertical est assuré par frottement).

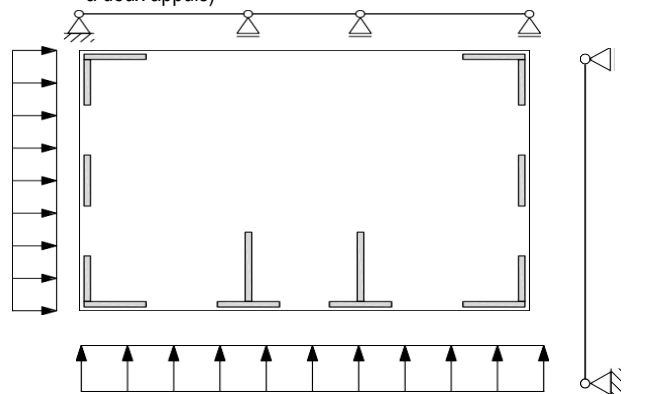
La vue détaillée à droite présente le couronnement du panneau mural servant de membrure périphérique à l'aide d'un raccordement de blocage (éléments de fixation) capable de résister au cisaillement. Ainsi, le couronnement assume le rôle de membrure périphérique continue (éléments de fixation et isolant non représentés).

3. Introduction de la force dans les panneaux muraux de contreventement par l'intermédiaire des panneaux de plafond/toit

La charge horizontale est répartie dans les panneaux muraux par l'intermédiaire du panneau de plafond. Le comportement du panneau de plafond correspond ici à celui de plusieurs poutres à deux appuis et peut être calculé en conséquence.

En cas de répartition fortement excentrique des cloisons de contreventement (centre de gravité des cloisons éloigné du point d'application de la charge résultante à plus de 0,1 fois la largeur du bâtiment), il est recommandé d'utiliser un procédé de vérification exact (plus à ce sujet dans Colling [1]).

Illustration 24 : Répartition de la charge horizontale dans les panneaux muraux en passant par les panneaux de plafond (modèle de poutre à deux appuis)



4. Transmission de la force à travers le panneau mural

Un panneau mural est dimensionné d'après la théorie du flux de cisaillement de l'Eurocode 5. On suppose un flux de cisaillement idéal, c'est-à-dire qu'il existe uniquement des contraintes de cisaillement parallèles aux montants.

Les forces internes du panneau mural qui résultent de la force F_v horizontale sont expliquées plus en détail ci-après.

Illustration 25 : Forces dans le cas d'une contrainte horizontale du panneau mural

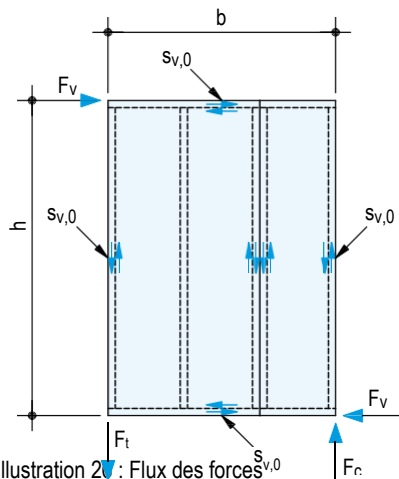
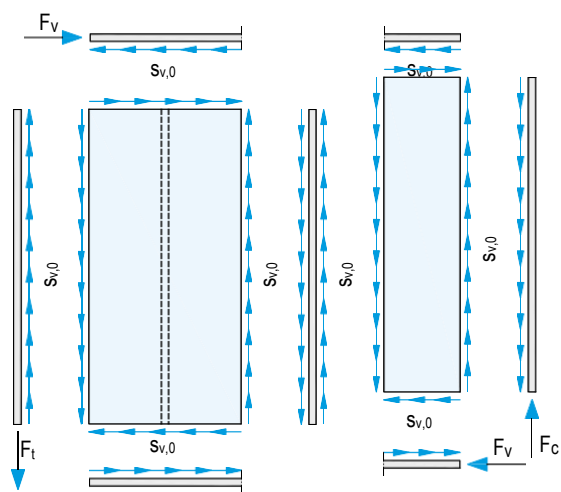


Illustration 26 : Flux des forces $s_{v,0}$



La force F_v horizontale introduite par le couronnement est répartie continuellement dans le parement sur toute la largeur b du panneau, en passant par les éléments de fixation. On obtient le flux de cisaillement $s_{v,0}$:

Remarque Le flux de cisaillement correspond au passage des forces de cisaillement générées par les forces transversales ou le moment de torsion dans la section transversale d'un élément de construction.

$$s_{v,0} = \frac{F_v}{b}$$

La force F_v appliquée au couronnement doit être absorbée par une force opposée de même intensité sur la lisse basse, de sorte à satisfaire l'équation $\sum H = 0$. Comme sur la lisse basse, celle-ci est introduite en continu dans le parement sur toute la largeur b du panneau en passant par les éléments de fixation. Le flux de cisaillement équivaut au flux dans le couronnement et est égal à :

$$s_{v,0} = \frac{F_v}{b}$$

La force F_v horizontale génère un moment de décalage $F_v \cdot h$ qui doit être absorbé par un couple de forces agissant verticalement (F_t et F_c).

Celui-ci se calcule comme suit :

$$(\sum M = 0) \quad F_t = F_c = F_v \cdot \frac{h}{b}$$

Les forces de compression et de traction sont introduites en continu dans le parement sur la hauteur h du panneau en passant par les éléments de fixation. Le flux de cisaillement est égal au flux de cisaillement dans la lisse basse et le couronnement, et se calcule comme suit :

$$s_{v,0} = \frac{F_{c,t}}{h} = \frac{F_v \cdot \frac{h}{b}}{h} = \frac{F_v}{b}$$

L'action horizontale génère les efforts suivants dans les montants et le parement. Les influences des actions verticales ne sont pas représentées ici.

Illustration 27 : Effort normal dans les montants

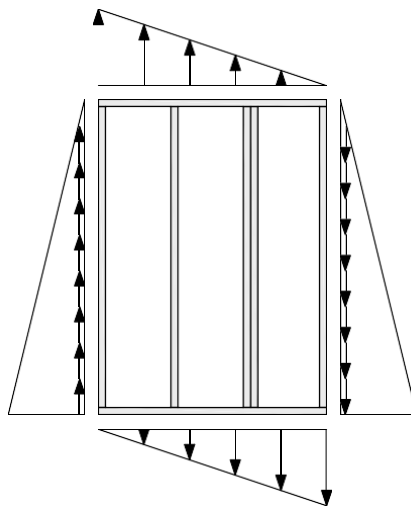
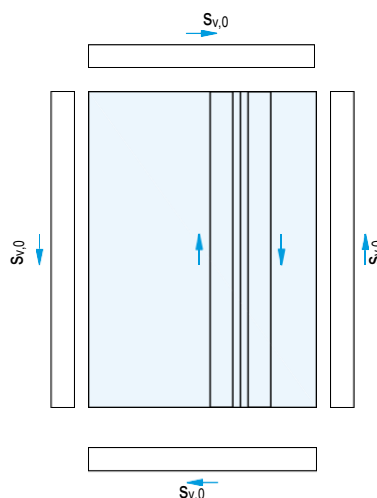


Illustration 28 : Flux de cisaillement dans le parement

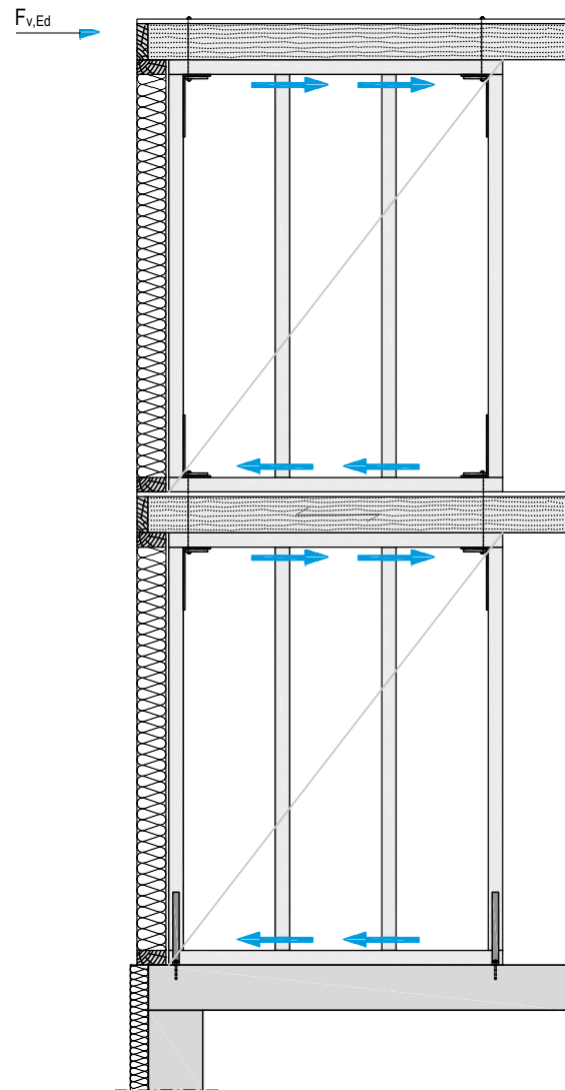


5. *Introduction des forces de compression et de traction dans le niveau inférieur (par un joint d'étage) et dans les fondations en passant par les montants de rive*

Les forces verticales sont transmises aux montants de rive des panneaux muraux à travers le joint d'étage en passant par des assemblages résistants à la traction. On utilise généralement des cornières en acier. Ces dernières sont fixées sur les montants de rive des panneaux muraux supérieurs et inférieurs (des deux côtés, puisque le vent peut souffler dans les deux sens) et assemblées à l'aide d'un boulon masqué par le plafond.

Les forces horizontales sont généralement transmises par le joint d'étage en passant par un *blocage* (bois de remplissage entre les solives) ou une solive de rive continue.

Illustration 29 : Transmission des forces horizontales via le bois de fourrure/le blocage/la membrure périphérique continue des joints d'étages



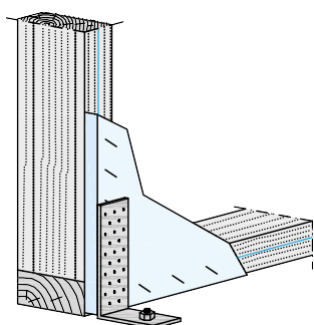
6. Ancrage des forces de traction dans les montants de rive

L'ancrage dépend de la hauteur de la force de traction dans le montant de rive. Celle-ci dépend à son tour en première ligne de la charge du vent, de la géométrie du panneau mural et du poids du bâtiment. Si le poids propre est élevé (construction massive), alors une grande partie des forces de traction sont généralement comprimées, si bien que des petits tirants suffisent, voire deviennent même superflus. Cependant, la construction en bois est un mode de construction léger.

C'est pourquoi les extrémités de chaque panneau mural utilisé pour le contreventement doivent être ancrées dans la mesure où il n'existe aucune vérification précise.

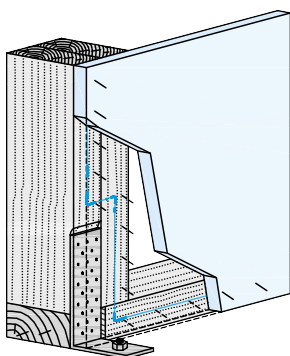
Possibilités constructives pour les tirants d'ancrage :

Illustration 30 : Tirant extérieur



- Fixation à travers une couche intermédiaire
- Vérification par formules selon Blass [2], aucune vérification possible selon l'Eurocode 5

Illustration 31 : Tirant extérieur, enchâssé



Fourrure, montant supplémentaire ou montant plus large pour un écartement constant entre les éléments de fixation

Illustration 32 : Tirant extérieur, à l'extrémité

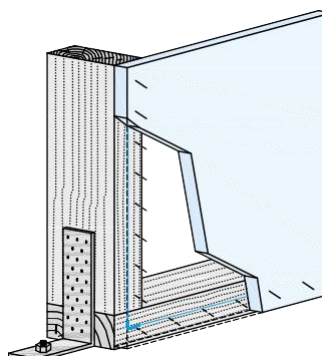


Illustration 33 : Tirant intérieur

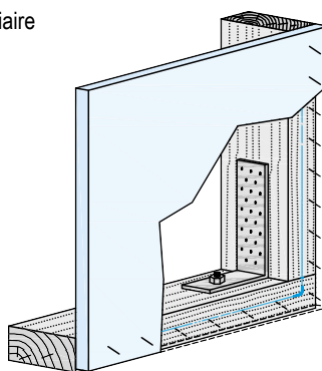
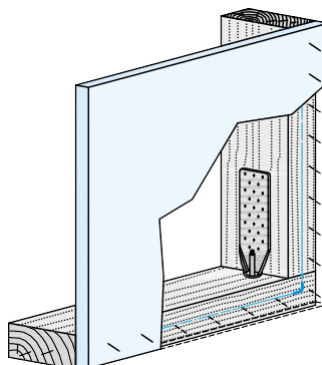
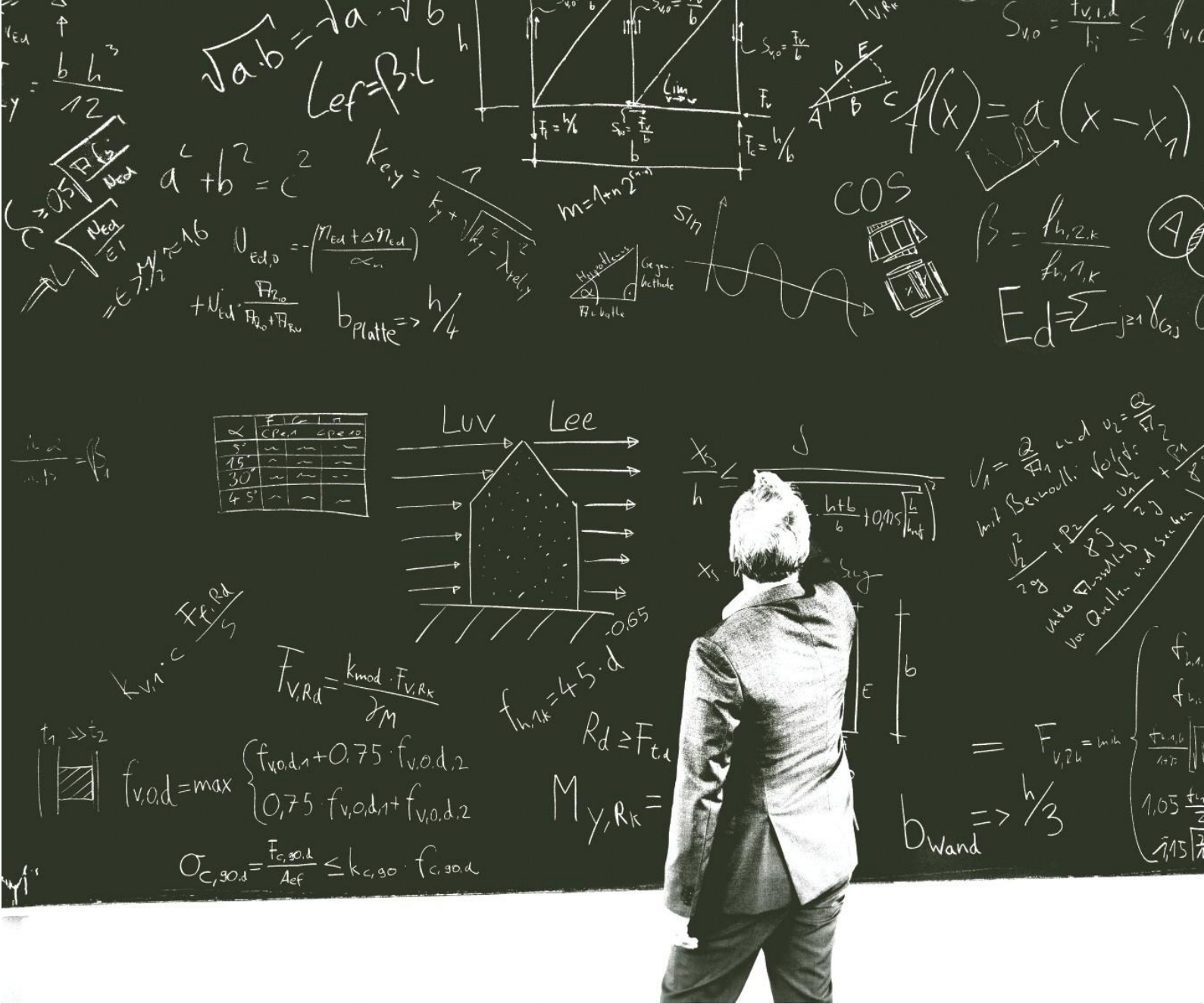


Illustration 34 : Tirant intérieur



Vous trouverez de plus amples informations sur ce produit sur le site Internet suivant : [Hilti Connecteur bois HCW L](https://www.hilti.com/fr/fr/produits/bois/produits-de-contreventement/hilti-connecteur-bois-hcw-l)





Dimensionnement d'une cloison préfabriquée sur ossature bois

Principes généraux

Directives de construction

Le calcul s'effectue selon la méthode A de la norme DIN EN 1995-1-1 9.2.4.2 pour les cloisons préfabriquées sur ossature bois avec parement simple sur une ou deux faces (NDP 9.2.4.1 (7) autorise uniquement la méthode A). Les sources provenant de l'Eurocode 5 sont représentées ci-après sans le supplément DIN EN 1995-1-1.

Illustration 35 : Dimensionnement d'un panneau mural horizontal

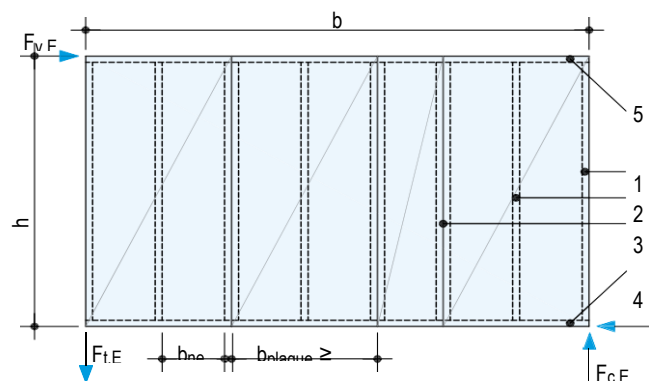
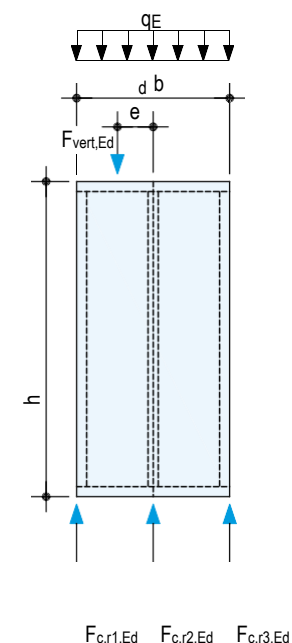


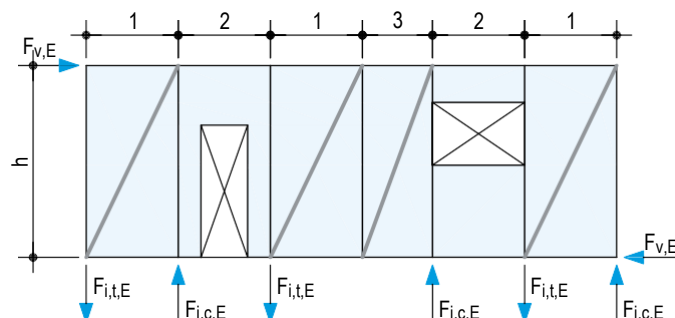
Illustration 36 : Dimensionnement d'un panneau mural vertical



Parement sur toute la hauteur du panneau et au moins deux champs.

- 1 Renfort latéral (montant de rive)
 - 2 Renfort intérieur (montant intermédiaire)
 - 3 Renfort intérieur (montant intermédiaire avec joint de plaques de plâtre)
 - 4 Renfort inférieur (lisse basse continue)
 - 5 Renfort supérieur (couronnement continu)
- b Panneaux muraux soumis à une contrainte verticale

Illustration 37 : Composition des panneaux muraux avec des ouvertures selon DIN EN 1995-1-1 et DIN EN 1995-1-1/NA



- 1 Panneau mural (largeur standard)
- 2 Panneau mural avec fenêtre
- 3 Panneau mural (largeur réduite)

La résistance des sections murales avec des ouvertures pour portes ou fenêtres ne devrait pas être prise en compte. (9.2.4.2 (6))

Les sections continues doivent être considérées comme des panneaux uniques. Chaque panneau doit être ancré individuellement. Cet ancrage constitue un ancrage d'extrémité, c'est-à-dire qu'un élément de construction vertical sur l'extrémité du panneau est en contact direct avec la sous-construction. (9.2.4.2 (1))

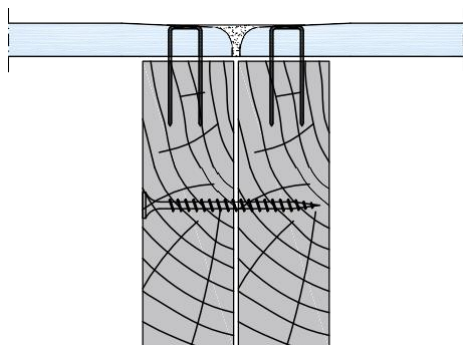
Les conditions-cadres de la construction suivantes s'appliquent :

- Pour une introduction continue des charges, l'entraxe des éléments de fixation sur les bords des plaques de plâtre doit être régulier (9.2.4.2 (2)).
- Des éléments de fixation doivent être installés sur tous les montants (lisse basse, couronnement, montant de rive et montant intermédiaire).
- Pour l'entraxe au bord des éléments de fixation, il est possible de sélectionner la dimension $a_{4,c}$ (distance au bord non sollicité perpendiculairement au fil) (NCI 9.2.4.2 (NA.19) et 9.2.4.2 (5)).
- Dans le cas de panneaux muraux composés de plusieurs éléments muraux préfabriqués, la transmission des forces de cisaillement doit être vérifiée (9.2.4.2 (13)).

Assemblage résistant au cisaillement des panneaux muraux

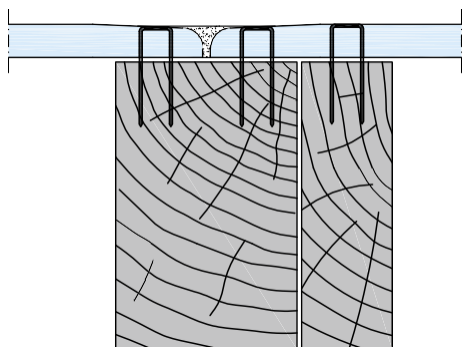
Par vissage du montant de rive

Illustration 38 : Assemblage résistant au cisaillement des panneaux muraux

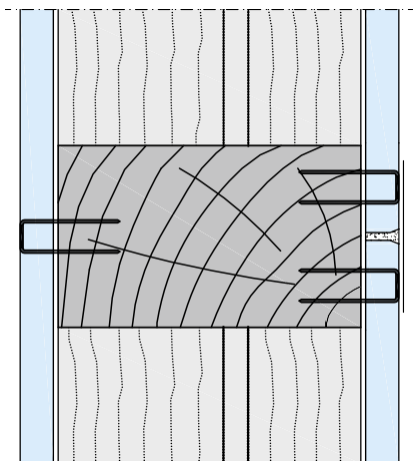


À l'aide d'un parement en saillie fixé sur un montant plus large.

Illustration 39 : Assemblage résistant au cisaillement des panneaux muraux

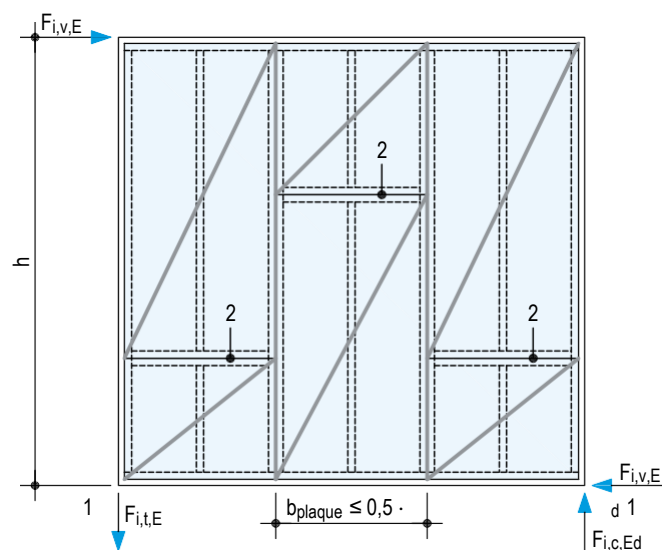


- Pour introduire les charges, le couronnement et la lisse basse doivent être continus (notamment important pour les cloisons interrompues par des portes ou des fenêtres, sans quoi la force $F_{v,Ed}$ ne peut pas être transmise à tous les panneaux).
- **Au maximum 1 joint horizontal entre les plaques de plâtre avec assemblage résistant au cisaillement** (joints libres non autorisés entre les plaques de plâtre en raison du risque trop élevé de déformation de l'extrémité) Si $b_{\text{plaque}} < h/2$ et qu'il n'existe aucune vérification précise de la déformation, il convient de réduire la résistance ($f_{v,0,d}$) de 1/6 (NCI 9.2.4.2 (NA.20)).



- Lors de l'alignement des plaques de plâtre, respecter les consignes du fabricant des plaques de plâtre et les différentes résistances.
- Pour des forces verticales de soulèvement, ancrer les montants de rive avec un tirant (positionnement vertical) (9.2.4.2 (9)).
- Une vérification est inutile (NCI 9.2.4.2 (NA.18)) pour les imperfections sous forme d'inclinaison et pour une déformation horizontale à l'extrémité du panneau mural quand :
 - la largeur b_{plaque} de la plaque de plâtre est au moins égale à 1/4 de la hauteur h du panneau : $b_{\text{plaque}} \geq h/4$ (9.2.4.2 (2)) ;
 - la longueur b du panneau mural est au moins égale à 1/3 de la hauteur h du panneau : $b \geq h/3$;
 - le panneau est placé dans une sous-construction rigide ;
 - aucune augmentation de la capacité portante des éléments de fixation selon la section 9.2.4.2 (5) n'est appliquée.

Illustration 40 : Panneau mural avec joint horizontal dans le parement soumis à une contrainte horizontale



- 1 Fixation
 - 2 Bois de cadre
- Si $b_{\text{plaque}} \leq 0,5 \cdot h$, alors $f_{v,0,d}$ doit être réduit de 1/6.

Principes généraux

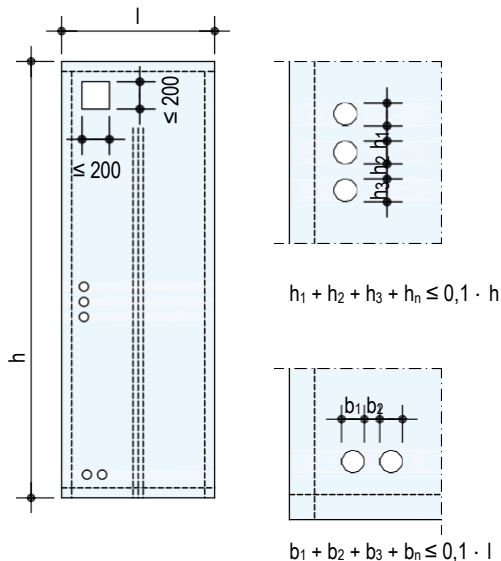
Ouvertures dans les panneaux muraux

Les ouvertures peuvent être négligées quand :

Tableau 13 : Ouvertures négligeables dans les panneaux muraux selon DIN EN 1995-1-1/NA NCI 9.2.4.2 (NA.15)

Panneaux muraux		
Ouvertures individuelles	Rectangulaires	$\leq 200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$
Ouvertures multiples	Somme des largeurs	$\leq b/10$
	Somme des hauteurs	$\leq h/10$

Illustration 41 : Panneau mural avec des ouvertures négligeables selon DIN EN 1995-1-1/NA NCI 9.2.4.2 (NA.15)



Pour les ouvertures arrondies autres que celles représentées sur l'illustration 41, une vérification supplémentaire est nécessaire ; l'Eurocode 5 ne fournit aucune information à ce sujet. La vérification peut s'effectuer, par exemple, selon Colling (chapitre 6.8.1) [1].

Matériel de fixation

Pour les assemblages entre plaques de plâtre et bois, seules sont autorisées selon DIN EN 1995-1-1/NA **des agrafes et des vis rapides** conformes DIN 1052-10. Cette règle s'applique également à la plaque Diamant X selon l'évaluation technique européenne ETE 13/0800.

Distances

Selon la section 8.7.1 (5), les mêmes prescriptions s'appliquent aux vis comme aux clous.

Tableau 14 : Distance des éléments de fixation par rapport au bord et entre eux, dans le bois et les plaques de plâtre pour vis

Vis $d \leq 6 \text{ mm}$	Max a_1 // au fil	Min. a_1 // au fil	Min $a_{4,c}$ // au fil	
Distances dans plaque de plâtre	Min. $\leq 60 \cdot d$ 150 mm	20 · d NCI 8.3.1.3 (NA.11)	$\geq 10 \text{ mm}$ (chant enrobé de carton) DIN 18181 5.4.1.4	
	$\leq 80 \cdot d$ (montant intermédiaire) NCI 8.3.1.3 (NA.12)			$\geq 15 \text{ mm}$ (chant découpé) DIN 18181 5.4.1.4
Distances dans le bois	$\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$		$5 \cdot d$ 8.3.1.2 tableau 8,2	
			420 kg/m^3	$7 \cdot d$ 8.3.1.2 tableau 8,2
			$< \rho_k \leq 500 \text{ kg/m}^3$	$8 \cdot d$ 8.3.1.2 tableau 8,2

Tableau 15 : Distance des éléments de fixation par rapport au bord et entre eux dans le bois et la plaque de plâtre pour agrafes

Agrafage	Max. a_1	Min. a_1 $\theta \geq 30^\circ$	$\theta < 30^\circ$	Min. $a_{4,c}$
Distances dans plaque de plâtre	$\leq 80 \text{ mm}$	15 · d	20 · d	$\geq 10 \text{ mm}$
	DIN 18181 5.4.1.5 tableau 3	8.4 tableau 8,3	8.4 tableau 8,3	(chant enrobé de carton) DIN 18181 5.4.1.4
				$\geq 15 \text{ mm}$ (chant coupé) DIN 18181 5.4.1.4
Distances dans le bois				$10 \cdot d$ 8.4 tableau 8,3

Profondeurs de pénétration

Tableau 16 : Profondeurs de pénétration minimales pour éléments de

Type d'élément de fixation	Profondeur de pénétration minimale t_2	Illustration
Agrafes (8.4 (3))	$\geq 14 \cdot d$	
Vis rapides selon DIN 18181 5.4.1.5	$\geq 5 \cdot d$	

L'angle entre le dos de l'agrafe et le sens des fibres du bois sous le dos de l'agrafe doit être d'au moins 30° pour atteindre la capacité portante complète. Si l'angle est inférieur à 30° , la capacité $f_{v,0,d}$ portante perpendiculaire à la tige d'agrafe (taille) doit être multipliée par un facteur de 0,7 (8.4 (5)).

Illustration 42 : Élément de fixation Distances latérales et profondeurs de pénétration, agrafes en acier

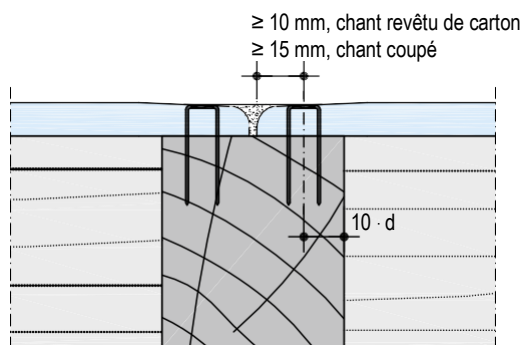
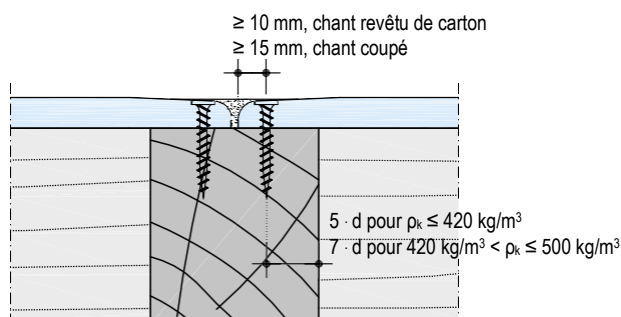


Illustration 43 : Élément de fixation Distances latérales et profondeurs de pénétration, vis



Enfoncement des agrafes (NCI 8.4 (NA.11)) : en cas d'enfoncement du dos des agrafes, augmenter l'épaisseur minimale du parement de 2 mm.

Illustration 44 : Enfoncement des agrafes, admis

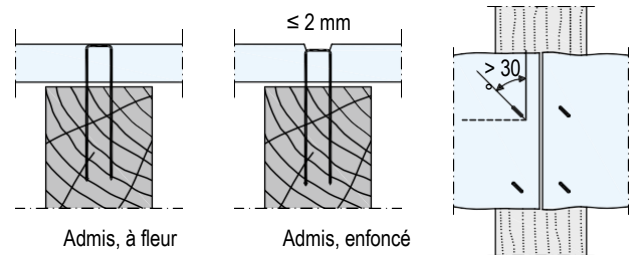
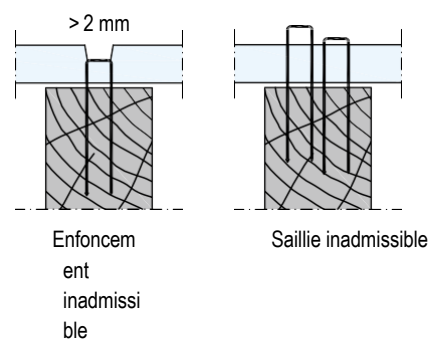


Illustration 45 : Enfoncement des agrafes, non admis



Vérification du panneau mural

Généralités

Lors du dimensionnement d'une cloison préfabriquée sur ossature bois, la capacité portante du matériau constituant la plaque est souvent l'élément principal à l'esprit de l'utilisateur. Cette hypothèse reste légitime pour l'absorption des charges de vent horizontales. En pratique, la difficulté ne vient généralement pas de l'action horizontale, mais de la combinaison des charges horizontales et verticales (que l'on retrouve souvent dans les constructions de plusieurs étages). Dans ce cas, en effet, les forces de compression dans les montants de rive et les montants intermédiaires sont si élevées que la résistance à la compression transversale de la lisse basse atteint ses limites. Des extensions constructives (par exemple, réduction de l'écartement des montants, augmentation de la taille des montants) sont nécessaires pour absorber ces forces. De telles extensions nécessitent un certain effort et donc des frais supplémentaires.

Afin d'éviter des frais supplémentaires, le planificateur de la structure doit donc détenir de solides connaissances à propos des vérifications requises. Celles-ci sont exposées et expliquées plus précisément ci-dessous.

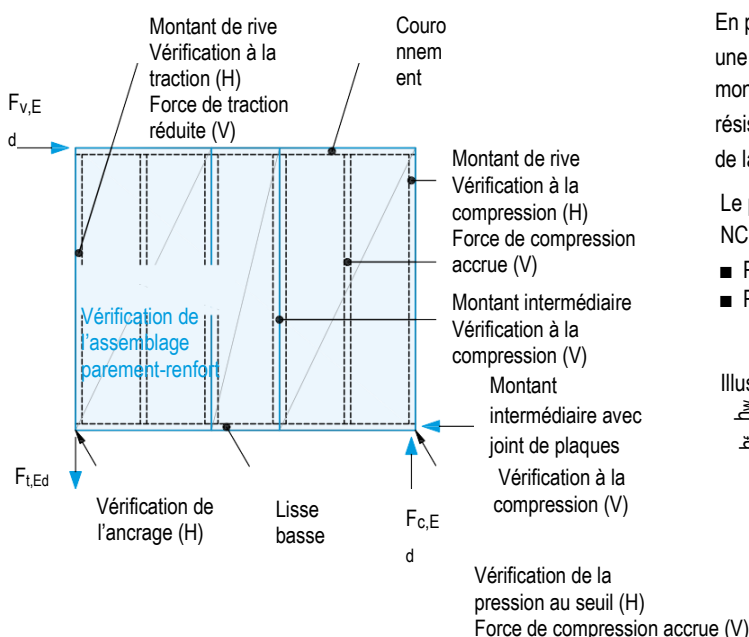
Panneaux muraux soumis à des contraintes horizontales/verticales dans le plan du panneau

Les vérifications statiques suivantes (au niveau du dimensionnement) sont nécessaires pour le dimensionnement d'un panneau mural :

- Vérification du montant de rive
 - Vérification des montants de rive sollicités en traction
 - Vérification des montants de rive/montants intermédiaires sollicités en compression (flambage)
- Vérification de la pression au seuil des montants de rive/montants intermédiaires
- Vérification de l'ancrage
- Vérification de l'assemblage parement-montant

Remarque Les tableaux de dimensionnement contenant des résistances ultimes pour les vérifications de la sous-construction (vérification de flambage, pression au seuil) et les vérifications de l'assemblage parement-montants sont insérés à partir de la page 52.

Illustration 46 : Vérifications par une charge horizontale (H) et verticale (V) sur un panneau mural



Détermination de la charge pour la vérification des montants de rive

D'après la théorie du flux de cisaillement, les charges horizontales sont dissipées exclusivement par l'intermédiaire des montants de rive d'un panneau mural. La charge définie ci-dessous est déterminante pour la vérification des montants de rive sollicités en traction et en compression (flambage) ainsi que pour la pression au seuil.

$$F_{t,Ed} = F_{c,Ed} = F_{v,Ed} \cdot \frac{h}{b}$$

- $F_{v,Ed}$ = Valeur de calcul de la charge de contreventement en kN
- $F_{t,Ed}$ = Valeur de calcul de la force de traction dans le montant parallèle au fil en kN
- $F_{c,Ed}$ = Valeur de calcul de la force de compression dans le montant parallèle au fil en kN
- h = Hauteur du panneau ou distance du bord inférieur de la lisse basse jusqu'au point d'application de la force (par exemple, bord supérieur du plafond, centre de gravité de la surface de réception de charge) en m
- b = Longueur des panneaux muraux individuels (si le tirant est enfoncé, déduire l'écartement de la longueur) en m

Pour tenir compte de la sollicitation des montants de rive et des montants intermédiaires par des charges verticales, la surface des montants soumise aux charges (deux fois plus vaste pour les montants intermédiaires que pour les montants de rive) est multipliée par la charge linéaire générée par les actions permanentes et variables. Les charges concentrées doivent être vérifiées à part (voir illustration 36 à la page 32). Les contraintes de compression dans les montants intermédiaires résultent exclusivement des charges verticales.

Vérification des montants de rive sollicités en traction

Cette vérification est uniquement pertinente dans des cas spécifiques, par exemple en présence de charges concentrées verticales localisées provenant d'annexes et de superstructures. En règle générale, la vérification de la compression transversale échoue d'abord dans la lisse basse puisqu'une force au moins identique s'applique pour une résistance relativement faible.

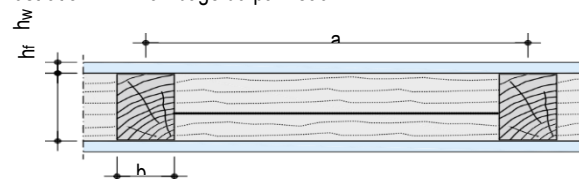
Vérification des montants de rive/intermédiaires sollicités en compression (flambage)

En principe, une vérification de flambage doit être réalisée pour le montant de rive et une autre pour le montant intermédiaire. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, un montant intermédiaire peut être déterminant, car k_{mod} (avec le vent) donne des résistances supérieures sur les montants de rive (il en va de même pour la vérification de la pression au seuil).

Le parement empêche le panneau de flamber si les conditions suivantes selon NCI 6.3.1 (NA.5) sont vérifiées :

- Pour un parement sur les deux faces : $a_r/h_r \leq 50$
- Pour un parement sur une seule face : $a_r/h_r \leq 50$, et une section transversale $h_w/b_w \leq 4$

Illustration 47 : Flambage du panneau



En plus de vérifier le flambage dans le plan du panneau, une vérification équivalente doit également être réalisée perpendiculairement au plan du panneau. S'applique alors (6.3.2 Gl. (6.23)) :

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_{c,0,Ed}}{A} \leq k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}$$

avec

- $F_{c,0,Ed}$ = Valeur de calcul de la force de compression dans le montant parallèle au fil en kN
- A = Section transversale nette du montant tenant compte des affaiblissements de section existants (dans le tiers central de la forme de flambage) en cm^2
- $k_{c,y}$ = Coefficient de flambage pour la prise en compte du risque de flambage perpendiculaire au plan de la plaque
- $f_{c,0,d}$ = Valeur de calcul de la résistance à la compression parallèle au fil selon DIN EN 338 en kN/cm^2 ($1 N/mm^2 = 0,1 kN/cm^2$)

Détermination de k_c (6.3.2)

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$l_{ef} = \beta \cdot l$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i_y}$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

$$k_y = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2]$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \leq 1$$

avec:

- l = Longueur du montant en cm
- l_{ef} = Longueur de flambage ou longueur de la barre de remplacement en cm
- I_y = Moment d'inertie de la surface du montant perpendiculaire au plan de la plaque en cm^4
- b = Largeur du montant en cm
- h = Profondeur du montant en cm
- i_y = Rayon de giration ($0,289 \cdot b$ dans une section transversale)
- A = Section transversale brute en cm^2
- β = Coefficient de longueur de flambage. Les montants d'un panneau mural étant tous articulés des deux côtés, la valeur de 1,0 peut être utilisée (sinon, respecter les cas d'Euler).
- λ_y = Degré d'élanement
- $\lambda_{rel,y}$ = Degré d'élanement relatif
- $f_{c,0,k}$ = Résistance caractéristique à la compression selon DIN EN 338 en N/mm^2
- $E_{0,05}$ = module d'élasticité (fractile de 5 %) selon DIN EN 338 en N/mm^2
- β_c = Un coefficient d'imperfection pour les imperfections = 0,2 pour le bois massif

Vérification de la pression au seuil

La vérification de la pression au seuil sous le montant intermédiaire est déterminante comparée à la vérification de la pression au seuil sous le montant de rive, dès lors que les forces verticales prédominent.

Remarque

Si des bois d'une résistance différente sont utilisés pour le couronnement et la lisse basse, une vérification de la pression latérale dans le couronnement doit être réalisée de la même manière.

Selon l'Eurocode 5, il est possible d'augmenter la résistance $f_{c,90,k}$ caractéristique à la pression latérale de 20 % pour la vérification de la transmission des forces traversant les montants transversaux (pression au seuil) dans les panneaux muraux. (NCI 9.2.4.2 (NA.21))

S'applique alors (6.1.5 Gl. (6.3), (6.4)) :

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,Ed}}{A_{ef}} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$$

avec:

$F_{c,90,Ed}$ = Valeur de calcul de la force de compression dans les montants de rive/montants intermédiaires en kN

A_{ef} = Section transversale efficace des montants de rive/montants intermédiaires en cm^2

$$= b \cdot l_{ef}$$

Pour les montants de rive/montants intermédiaires (effet de suspension d'un côté/des deux côtés)

- $$k_{c,90} = \begin{cases} 1,25 & \text{pour une lisse basse en bois massif de résineux} \\ 1,00 & \text{pour une lisse basse en bois massif de feuillu} \\ 1,50 & \text{pour une lisse basse en bois lamellé-collé} \end{cases}$$
- (pour $l_1 < 2h$)

Illustration 48 : Effet de suspension

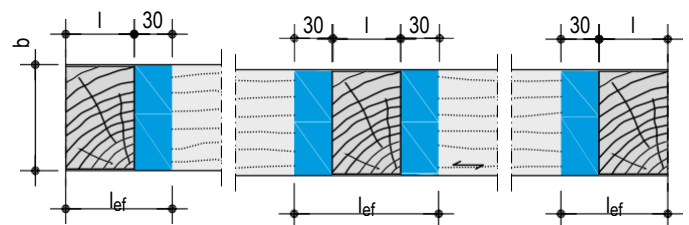
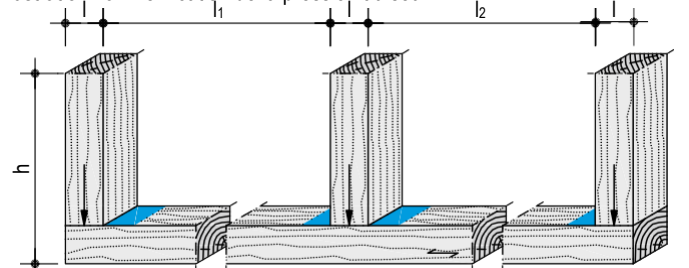


Illustration 49 : Vérification de la pression au seuil



Vérifications statiques

Il est possible d'augmenter la résistance caractéristique de 20 % :

$$F_{c,90,d} = k_{mod} \cdot \frac{1,2 \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M}$$

Remarque

Dans la plupart des cas, la vérification de la compression de la lisse basse est déterminante pour la sollicitation combinée provenant de fortes charges verticales et de charges de contreventement horizontales.

Vérification de l'ancrage

Les panneaux muraux doivent être ancrés sur leurs **montants de rive**. L'ancrage doit être appliqué à chaque étage. Il faut supposer que le vent souffle dans toutes les directions et donc appliquer l'ancrage au début et à la fin des panneaux muraux.

En cas d'ancrage unique d'un panneau mural sur la lisse basse, les fortes sollicitations ($s_{v,90,d}$) perpendiculaires à la lisse basse qui s'appliquent en plus ne sont pas couvertes par les vérifications selon l'Eurocode 5.

Les points suivants s'appliquent :

$$F_{t,Ed} \leq R_d$$

$$F_{t,Ed} - F_{c,Ed} \leq R_d$$

avec :

$F_{t,Ed}$ = Valeur de calcul de la force de traction issue des actions déstabilisatrices (par exemple, vent, force de soulèvement)

$F_{c,Ed}$ = Valeur de calcul de la force de compression issue des actions stabilisatrices (actions permanentes)

R_d = Valeur de calcul de la résistance de l'ancrage (par exemple, outil de calcul/brochures Würth, Fischer, Simpson Strong-Tie)

En cas de sollicitation verticale supplémentaire, la force de traction à ancrer peut être réduite de la valeur du poids mort. Dans ce cas, tenir compte du fait que les poids morts ont une action *favorable* en adoptant le coefficient partiel de sécurité de 0,9 pour les actions.

Vérification de l'assemblage montant-parement

Pour une sollicitation horizontale du panneau mural, seul le flux $s_{v,0,d}$ de cisaillement parallèle aux montants doit être vérifié. D'après les règles de l'Eurocode 5, il n'existe aucun flux $s_{v,90,d}$ de cisaillement perpendiculaire aux montants ; les sollicitations supplémentaires éventuelles sont prises en compte par le coefficient k_{v2} .

Sur le plan de la résistance, la capacité portante/résistance déterminante doit être déterminée à partir de trois ruptures possibles. On considère ici la capacité portante des éléments de fixation, la résistance de la plaque au cisaillement et à la traction, ainsi que le voilement par cisaillement de la plaque. Pour la résistance au cisaillement et à la traction, retenir la valeur de résistance au cisaillement et à la traction la plus faible comme sollicitation du panneau (NCI 9.2.4.2 (NA.16)). Pour les plaques de plâtres selon DIN 18180:2014-09, la résistance au cisaillement est généralement déterminante ; pour la plaque Diamant X GKFI, c'est généralement la résistance à la traction qui est déterminante.

Concernant la plaque de plâtre Diamant X, une résistance à la traction relative à la direction est déterminée en fonction de la largeur et de la hauteur de la plaque de plâtre selon l'ETE 13/0800. Cela permet de mieux exploiter la résistance statique ultime en comparaison des plaques de plâtre habituelles, puisque la résistance à la traction en fonction de l'angle est généralement supérieure à celle définie dans la norme.

Les formules suivantes ne sont pas indiquées sous cette forme dans l'Eurocode 5, mais la description textuelle selon la section 9.2.4.2 a été transcrite sous forme d'équation. Il convient de vérifier l'assemblage entre le parement et les montants ainsi que le parement même.

Une réduction de la résistance au cisaillement du parement pour tenir compte du voilement peut être négligée quand les points suivants sont vérifiés :

Épaisseur du parement $t \geq 1/35 \cdot b_r$ (pour un entraxe de 625 mm entre les montants, l'épaisseur minimale est d'environ 18 mm)

Illustration 50 : Cotation du panneau mural, description

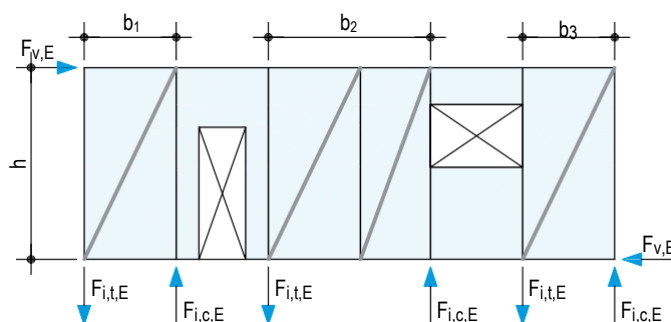


Illustration 51 : Élément de fixation

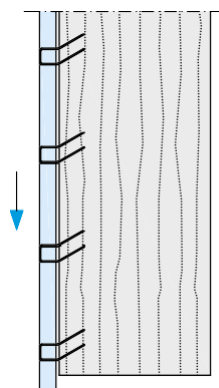


Illustration 52 : Résistance au cisaillement de la plaque de plâtre

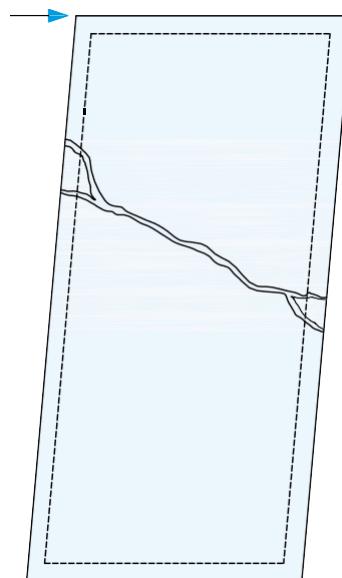


Illustration 53 : Voilement par cisaillement de la plaque de plâtre



$$s_{v,0,d} = \frac{F_{i,v,Ed}}{b_i} \leq f_{v,0,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} k_{v1} \cdot c \cdot \frac{F_{f,Rd}}{s} \\ k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot \min(f_{t,d}; f_{v,d}) \cdot t \\ k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot f_{v,d} \cdot \frac{35 \cdot t^2}{b_{net}} \end{array} \right.$$

Élément de fixation
Résistance à la traction ou au cisaillement de la plaque de plâtre
Voilement par cisaillement de la plaque de plâtre

avec:

$s_{v,0,d}$ = Valeur de calcul du flux de cisaillement du parement le long des montants en N/mm

$F_{i,v,Ed}$ = Force horizontale à introduire à l'extrémité d'un panneau (pour des panneaux alignés, la force est répartie au pro rata sur la longueur de chaque panneau mural individuel) en N

b_i = Longueur du panneau mural de contreventement en mm

$f_{v,0,d}$ = Valeur de calcul de la résistance au cisaillement linéique le long des montants en N/mm

k_{v1} = Coefficient de prise en compte de la disposition des éléments de fixation et du type d'assemblage des plaques de plâtre

= 1,0 pour les panneaux avec des bords en plaque de plâtre liés de manière à assurer une rigidité à la poussée sur 4 côtés (des bords libres, c'est-à-dire des bords en plaque de plâtre liés d'une façon n'assurant pas la rigidité à la poussée, ne sont pas admis comme panneaux muraux)

k_{v2} = Coefficient de prise en compte des contraintes supplémentaires perpendiculaires aux montants

= 0,33 en cas de parement d'un seul côté

= 0,5 en cas de parement des deux côtés

c = Influence des panneaux muraux minces (9.2.4.2 (4) Gl. (9.22))

= 1,0 pour $b_i \geq \frac{h}{2}$

$$= \frac{b_i}{\frac{h}{2}} \text{ pour } b_i < \frac{h}{2}$$

$F_{f,Rd}$ = Valeur de calcul de la capacité portante d'un élément de fixation au cisaillement (voir la section suivante) en N

s = Entraxe des éléments de fixation (voir « Entraxes » à la page 34) en mm

$f_{v,d}$ = Valeur de calcul de la résistance au cisaillement de la plaque de plâtre en N/mm²

$f_{t,d}$ = Valeur de calcul de la résistance à la traction de la plaque de plâtre en N/mm² (voir tableau 17 aux pages 44 et suivantes)

t = Épaisseur de la plaque de plâtre en mm

b_{net} = Passage libre entre les montants en mm

Si l'on veut calculer la résistance ultime en tant que force unique pour la comparer à la force $F_{v,Ed}$ appliquée, utiliser la formule suivante :
Résistance ultime du panneau mural $F_{v,Rd} = f_{v,0,d} \cdot b_i$

Remarque

La résistance ultime d'un élément de fixation est décrite avec l'abréviation $F_{f,Rd}$ d'après la norme DIN EN 1995-1-1 5/NA NCI 9.2.4.2 (NA.16). L'abréviation $F_{v,Rd}$ est utilisée couramment et dans le reste de l'Eurocode 5. Cette désignation est utilisée par la suite, mais elle ne doit pas être confondue avec la capacité portante totale d'un panneau mural (désignation identique).

Pour un parement des deux côtés (9.2.4.2 (7)) :

En cas de parement identique des deux côtés

$$f_{v,0,d} = f_{v,0,d,1} + f_{v,0,d,2}$$

En cas de parement différent, module de décalage similaire

$$= \max \left\{ \begin{array}{l} f_{v,0,d,1} + 0,75 \cdot f_{v,0,d,2} \\ 0,75 \cdot f_{v,0,d,1} + f_{v,0,d,2} \end{array} \right.$$

En cas de parement différent, module de décalage différent

$$= \max \left\{ \begin{array}{l} f_{v,0,d,1} + 0,5 \cdot f_{v,0,d,2} \\ 0,5 \cdot f_{v,0,d,1} + f_{v,0,d,2} \end{array} \right.$$

Détermination de la résistance ultime des éléments de fixation $F_{v,Rd}$ ($F_{f,Rd}$)

Le cisaillement d'un élément de fixation de type tige dépend des facteurs suivants :

- Géométrie de l'assemblage (épaisseur des éléments de construction, diamètre de la tige, profondeur de pénétration)
- Résistance à la pression latérale des matériaux utilisés
- Qualité d'acier de la tige utilisée
- Résistance à l'arrachement (effet de suspension, effet de corde) de l'élément de fixation

Les **agrafes** obtiennent la même capacité portante que 2 clous de même épaisseur (respecter la section 8.4 (5)).

Les mêmes prescriptions s'appliquent aux **vis** $d \leq 6$ mm comme aux clous (8.7.1 (5)). La capacité portante d'une vis est déterminée d'après la méthode simplifiée des clous (NCI 8.7.1 (NA.8)).

Simplification selon NCI 8.3.1.3 (NA.7) pour la détermination de la capacité $F_{v,Rk}$ portante caractéristique des éléments de fixation à condition de respecter l'épaisseur minimale.

$$F_{v,Rk} = A \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d}$$

Vérifications statiques

Avec l'épaisseur minimale requise de la plaque de plâtre NCI 8.3.1.3 tableau NA.13 de $10 \cdot d$, on obtient le facteur $A = 1,1$.

La valeur de calcul de la capacité portante de l'élément de fixation est obtenue avec :

$$F_{v,Rd} = \frac{k_{mod} \cdot F_{v,Rk}}{\gamma_M}$$

Le coefficient de modification doit être déterminé selon la règle suivante (si le parement/montant donne des coefficients de modification différents) :

$$k_{mod} = \sqrt{k_{mod,montant} \cdot k_{mod,parement}}$$

$\gamma_M = 1,1$ selon DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 NCI NA 8.2.4 (NA.3)

Précision selon DIN EN 1995-1-1 8.2.2. pour la détermination de la capacité $F_{v,Rk}$ portante caractéristique de l'élément de fixation d'après les hypothèses de Johansen. Étant donné que, pour des panneaux muraux, les épaisseurs minimales selon NCI 8.2.4 NA.110 et NA.111 ou selon NCI 8.3.1.3 NA.10 tableau Na.14 ne peuvent souvent pas être respectées en raison du mince parement, les six mécanismes de rupture selon Johansen doivent être examinés. Il en résulte les équations suivantes, à partir desquelles on détermine la valeur la plus faible :

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \left[\frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d} \sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2 \cdot \beta} \left[\sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2\beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

avec:

- $F_{v,Rk}$ = Valeur caractéristique de la capacité portante par joint et élément de fixation en N
- t_1 = Épaisseur du parement en mm
- t_2 = Profondeur de pénétration de l'élément de fixation dans le montant (longueur de l'élément de fixation moins l'épaisseur du parement) en mm
- $f_{h,1,k}$ = **Résistance à la pression latérale du parement** en N/mm²
 - Pour le **bois** (comme pour les **montants**), vis $d \leq 6$ mm
 $0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3}$ sans orifices prépercés (8.3.1.1(5)GI(8.15))
 - = $0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$ avec orifices prépercés (8.3.1.1(5)GI(8.16))
 - Pour les **plaques de plâtre** selon DIN 18180
= $3,9 \cdot d^{-0,6} \cdot t^{0,7}$ (NCI 8.3.1.3 (NA.6) GI. (NA.115))
 - Pour la plaque **Diamant X** d'une épaisseur de 12,5 mm et 15 mm selon l'ETE 13/0800 pour $d \leq 3,9$ mm
= $45 \cdot d^{-0,65}$
 - Pour la plaque **Diamant X** d'une épaisseur de 18 mm selon l'ETE 13/0800 pour
 $d \leq 3,9$ mm
= $40 \cdot d^{-0,65}$

ρ_k = Valeur caractéristique des masses volumiques apparentes en kg/m³

t = Épaisseur du parement en mm

$f_{h,2,k}$ = Résistance à la pression latérale du montant en Nmm

$M_{y,Rk}$ = Moment élastique caractéristique de l'élément de fixation en Nmm

Pour les **vis** avec une résistance minimale à la traction (f_u) de 400 N/mm² (DIN 20000-6)

= $0,3 \cdot f_u \cdot d^{2,6}$ pour les vis

Pour les **agrafes** composées d'un fil avec une résistance minimale à la traction (f_u) de 800 N/mm²

= $150 \cdot d^3 A2:2014-07$ (8.4(6) GI. (8.29))

d = Diamètre de l'élément de fixation en mm ; pour des vis, utiliser le diamètre de filet avec un facteur de 1,1 (8.7.1 (3))

β = Rapport de la résistance à la pression latérale des éléments de construction entre eux

$$\frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}}$$

$F_{ax,Rk}$ = Résistance caractéristique à l'arrachement de l'élément de fixation, en adoptant une valeur nulle si inconnue, en N

La valeur de calcul de la capacité portante de l'élément de fixation est obtenue avec :

$$F_{v,Rd} = \frac{k_{mod} \cdot F_{v,Rk}}{\gamma_M}$$

Le coefficient de modification doit être déterminé selon la règle suivante (si le parement/montant donne des k_{mod} différents) :

$$k_{mod} = \sqrt{k_{mod,montant} \cdot k_{mod,parement}}$$

$\gamma_M = 1,3$

L'Eurocode 5 ne prévoit aucun concours du parement à la transmission des charges verticales. Aucune vérification nécessaire.

Remarque Les tableaux de dimensionnement insérés en annexe reposent sur le procédé de dimensionnement exact.

Dimensionnement du parement double avec Diamant X GKFI

Pour la vérification des panneaux muraux selon DIN EN 1995-1-1, on suppose un parement simple. L'effet de contreventement supplémentaire d'une deuxième couche de parement n'est pas pris en compte. En cas de recours à la plaque Diamant X GKFI, il est possible de tenir compte d'une deuxième couche de parement dans les calculs. Les définitions et exigences structurelles applicables sont alors identiques à celles des panneaux muraux à simple parement.

Les résistances au cisaillement et au voilement de chaque couche peuvent être calculées comme pour le parement simple et additionnées ensemble.

Résistance au cisaillement $f_{v,0,Res,d} = \sum f_{v,0,i,d}$

Voilement par cisaillement $f_{v,0,Res,d} = \sum f_{v,0,i,d}$

Élément de fixation

La capacité portante des éléments de fixation se compose de la somme des capacités portantes de la couche extérieure et de la couche intermédiaire. Concernant la couche de parement extérieure, la capacité portante des éléments de fixation peut être calculée avec l'épaisseur complète de la couche.

La capacité portante des éléments de fixation de la couche intermédiaire se calcule d'après la théorie de Johansen, mais avec une épaisseur de couche réduite de $t_{eff} = t/2$.

Pour la capacité portante résultante des éléments de fixation, il convient de déterminer trois capacités portantes à partir des hypothèses de Johansen :

1. Capacité portante de l'assemblage entre la 1^{re} couche et le montant : $F_{v,Rd}(t_{zw} ; \text{montant})$
2. Capacité portante de l'assemblage entre $t_{zw}/2$ et le montant : $F_{v,Rd}(t_{zw}/2 ; \text{montant})$
3. Capacité portante de l'assemblage entre $t_{zw}/2$ et le 2^e parement : $F_{v,Rd}(t_{zw}/2 ; 2^{\text{e}} \text{ parement})$

La capacité portante de l'assemblage de la 1^{re} couche au montant s'ajoute à la capacité portante la plus faible de l'assemblage entre la moitié de la 1^{re} couche et le montant ou entre la moitié de la 1^{re} couche et la 2^e couche.

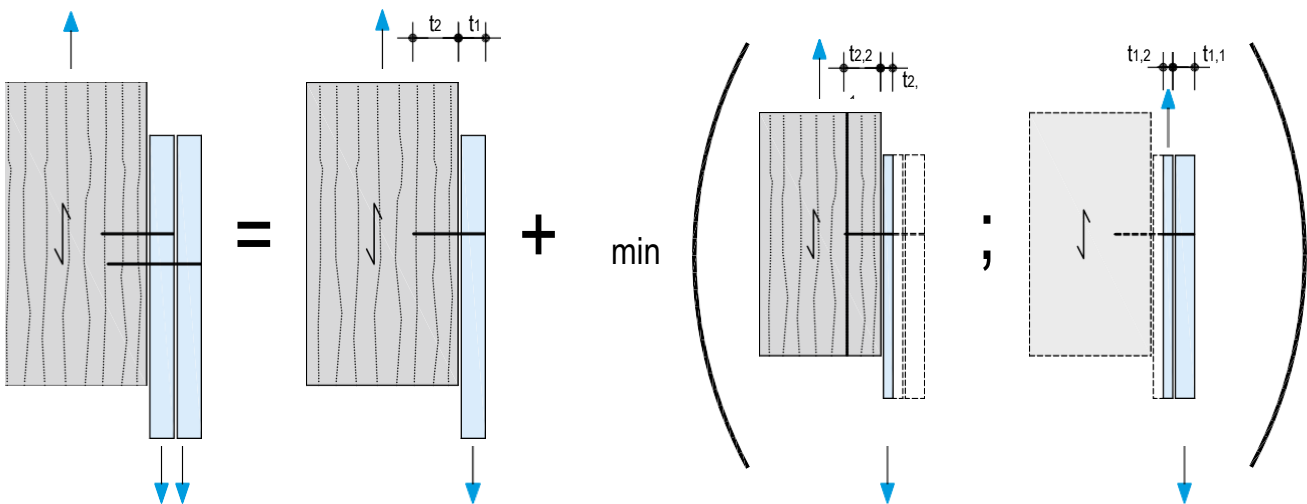
La capacité portante totale des éléments de fixation s'obtient de la façon suivante :

$$f_{v,0,Res,d} = f_{v,0,d} (t_{zw}; \text{Ständer}) + \min \left\{ \begin{array}{l} \text{Montant} \\ f_{v,0,d} \left(\frac{t_{zw}}{2}; P_{\text{eMontant}} \right) \\ f_{v,0,d} \left(\frac{t_{zw}}{2}; 2. \text{ Beplankung} \right) \end{array} \right.$$

Le flux de cisaillement maximal acceptable se calcule comme pour un panneau mural à parement simple :

$$f_{v,0,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{c,0,Res,d, \text{élément de fixation}} \\ f_{c,0,Res,d, \text{résistance au cisaillement}} \\ f_{c,0,Res,d, \text{voilement par cisaillement}} \end{array} \right.$$

Illustration 54 : Source : Rapport d'expertise sur la capacité portante de panneaux muraux habillés d'un parement double en plaque de plâtre Diamant X GKFI, daté du 27/02/2018, haute école de Rosenheim



Vérifications statiques

Statique optimale du matériel de fixation

La première couche de parement est seulement fixée pour sécuriser le positionnement.

La deuxième couche de parement est entièrement agrafée conformément au dimensionnement. Au centre des plaques constituant la couche de parement supérieure, deux rangées d'agrafes sont nécessaires pour agraffer la première couche de parement sur chacun des deux côtés du joint de plaques.

Illustration 55 : Disposition des agrafes, statique optimale de la 1^{re} couche

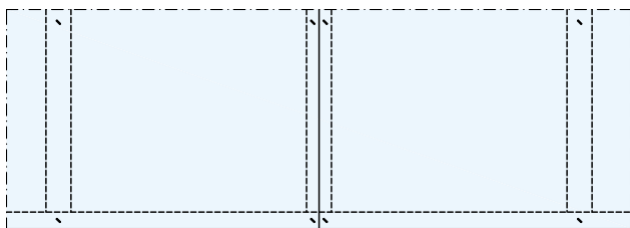
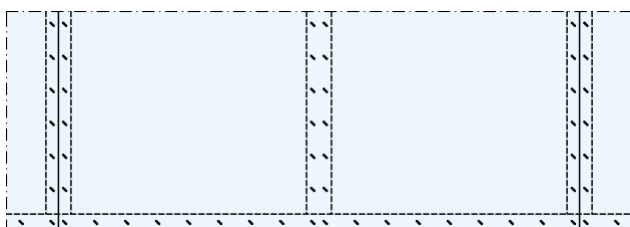


Illustration 56 : Disposition des agrafes, statique optimale de la 2^{re} couche



Matériel de fixation pour la protection incendie

D'après le certificat de contrôle général acoustique de surveillance de la construction (CCG acoustique), l'entraxe des agrafes de la première couche de parement ne doit pas dépasser 240 mm (F30 à F90 et pour K₂60/K₂30). La mise en œuvre dans le certificat pour l'encapsulage (K₂60/K₂30) date de 2020.

Illustration 57 : Disposition des agrafes, 1^{re} couche avec protection incendie

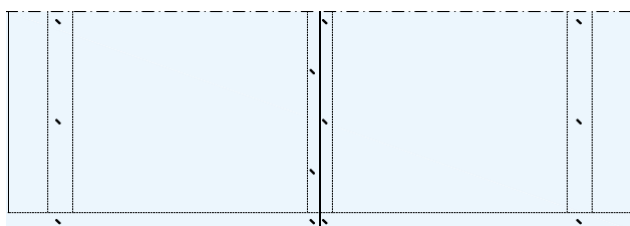
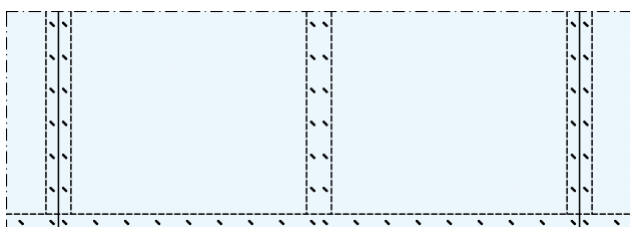


Illustration 58 : Disposition des agrafes, statique optimale de la 2^{re} couche avec protection incendie





Calcul rapide avec les tableaux de dimensionnement

Remarque	La détermination des actions sur le panneau mural et du coefficient k_{mod} de modification correspondant est expliquée aux pages 11 à 14.
-----------------	--

Valeurs caractéristiques de résistance

Tableau 17 : Résistances caractéristiques des plaques de plâtre selon DIN 18180:2014-09

Sollicitation	Parallèle au sens de la production			Perpendiculaire au sens de la production		
	12,5	15	18 ³⁾	12,5	15	18 ³⁾
Épaisseur nominale de la plaque de plâtre en mm	12,5	15	18 ³⁾	12,5	15	18 ³⁾
Valeurs caractéristiques de résistance en N/mm²						
Sollicitation de la plaque de plâtre						
Fléchissement $f_{m,k}$	6,5	5,4	4,2	2,0	1,8	1,5
Compression $f_{c,90,k}$	3,5 (5,5) ²⁾					
Sollicitation du panneau						
Fléchissement $f_{m,k}$	4,0	3,8	3,6	2,0	1,7	1,4
Traction $f_{t,k}$	1,7	1,4	1,1	0,7		
Compression $f_{c,k}$	3,5 (5,5) ²⁾			4,2 (4,8) ²⁾		
Cisaillement $f_{v,k}$	1,0					
Valeurs caractéristiques de rigidité en N/mm²						
Sollicitation de la plaque de plâtre						
Module d'élasticité $E_{mean}^{1)}$	2800			2200		
Sollicitation du panneau						
Module d'élasticité $E_{mean}^{1)}$	1200			1000		
Module de cisaillement $G_{mean}^{1)}$	700					

1) Les valeurs calculées suivantes s'appliquent pour les valeurs caractéristiques de rigidité E05 et G05 :

$$E_{05} = 0,9 \cdot E_{mean}$$

$$G_{05} = 0,9 \cdot G_{mean}$$

2) Les valeurs entre parenthèses s'appliquent aux plaques de plâtre GKF et GKFI.

3) L'emploi de plaques de plâtre plus épaisses, par exemple avec des épaisseurs nominales de 20 mm ou 25 mm, est réglementé dans la norme DIN EN 1995-1-1/NA.

Tableau 18 : Résistances caractéristiques pour le bois de résineux selon DIN EN 338:2016-07

Propriété	Classe	C16	C24	C30
Propriétés de résistance en N/mm²				
Fléchissement	$f_{m,k}$	16	24	30
Traction parallèle au fil	$f_{t,0,k}$	8,5	14,5	19
Traction perpendiculaire au fil	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4
Compression parallèle au fil	$f_{c,0,k}$	17	21	24
Compression perpendiculaire au fil	$f_{c,90,k}$	2,2	2,5	2,7
Cisaillement	$f_{v,k}$	3,2	4,0	4,0
Caractéristiques de rigidité en kN/mm²				
Valeur moyenne du module d'élasticité en cas de fléchissement dans le sens du fil	$E_{m,0,mean}$	8,0	11,0	12,0
Fractile de 5 % du module d'élasticité en cas de fléchissement parallèle au fil	$E_{m,0,k}$	5,4	7,4	8,0
Valeur moyenne du module d'élasticité en cas de fléchissement perpendiculaire au fil	$E_{m,90,mean}$	0,27	0,37	0,40
Valeur moyenne du module de cisaillement	G_{mean}	0,50	0,69	0,75
Masse volumique apparente en kg/m³				
Fractile de 5 % de la masse volumique apparente	ρ_k	310	350	380
Valeur moyenne de la masse volumique apparente	ρ_{mean}	370	420	460

Les propriétés énumérées dans le tableau s'appliquent à du bois dont l'humidité courante à 20 °C avec une humidité de l'air relative de 65 % correspond à 12 % pour la plupart des essences de bois.

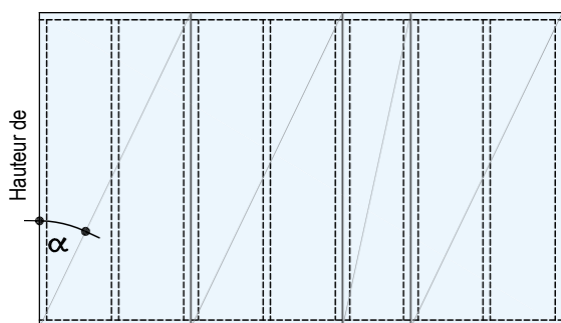
Résistance à la traction de la plaque Diamant X GKFI en fonction de l'angle selon l'ETE 13/0800

Pour vérifier le parement, la norme DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 exige d'utiliser la valeur de résistance à la traction la plus faible pour la vérification statique. Il s'agit en général de la résistance à la traction perpendiculaire au sens de la production, à savoir la sollicitation transversale au sens de la production. Cette règle repose sur la théorie du champ de cisaillement selon laquelle le flux de cisaillement s'écoule parallèlement aux montants (voir, par exemple, l'illustration 25 à la page 28), induisant ainsi une sollicitation ayant une action perpendiculaire au sens de la production sur le couronnement ou la lisse basse (le sens de production des plaques de plâtre s'oriente généralement à la verticale).

Cependant, des examens complets ont pu déterminer que, dans le cas de la plaque Diamant X GKFI, l'effet porteur s'assimile plutôt à un modèle de portique. La largeur et la hauteur des plaques de plâtre forment des triangles stabilisateurs.

La plaque de plâtre constitue une sorte de diagonale de traction et n'est par conséquent pas appliquée directement à la perpendiculaire du sens de la production. C'est pourquoi l'ETE 13/0800 peut être utilisé comme base pour le dimensionnement des résistances à la traction plus élevées qui dépendent de l'angle.

Illustration 59 : Angle α



Largeur de plaque

Détermination de l'angle Alpha α

$$\alpha = \arctan\left(\frac{\text{Largeur de plaque}}{\text{Hauteur de cloison}}\right) \text{ En degrés}$$

Règles d'application de la résistance à la traction en fonction de l'angle : Hauteurs de cloison de 2,40 à 3,50 m
Largeur des plaques de plâtre de 1,20 à 1,25 m

Tableau 19 : Résistances caractéristiques de la plaque Diamant X selon l'ETE 13/0800

Sollicitation	Parallèle au sens de la production (0°)			Perpendiculaire au sens de la production (90°)				
	12,5 mm	15 mm	18 mm	12,5 mm	15 mm	18 mm		
Valeurs de résistance en N/mm²								
Sollicitation latérale								
Résistance à la pression latérale $f_{h,k}$	$45 \cdot d^{-0,65}$		$40 \cdot d^{-0,65}$	$45 \cdot d^{-0,65}$		$40 \cdot d^{-0,65}$		
d en mm $\leq 3,9$ mm (pour des vis, utiliser un diamètre de filet avec un facteur de 1,1.)								
Sollicitation de la plaque								
Fléchissement $f_{m,k}$		7,5	6,0	4,4	2,5	2,5	1,8	
Compression $f_{c,k}$		7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	
Sollicitation du panneau								
Fléchissement $f_{m,k}$		6,0	4,0	3,3	2,0	2,0	1,7	
Compression $f_{c,k}$		7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	
Traction $f_{t,\alpha,k}$		$\alpha < 45^\circ$	$2,2 - 0,017 \cdot \alpha$	$1,9 - 0,011 \cdot \alpha$	1,4	$2,2 - 0,017 \cdot \alpha$	$1,9 - 0,011 \cdot \alpha$	1,4
		$\alpha \geq 45^\circ$	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Cisaillement $f_{v,k}$		2,8	2,6	2,1	2,8	2,6	2,1	
Valeurs de rigidité en N/mm²								
Sollicitation de la plaque								
Module d'élasticité $E_{m,mean}$		4500	4500	3000	3500	3500	2100	
Sollicitation du panneau								
Module d'élasticité $E_{m,mean}$		2700	1800	1250	2100	1400	900	
Module de cisaillement $G_{v,mean}$		1700	2300	1900	1700	2300	1900	

Détermination simplifiée de l'action horizontale du vent

La détermination simplifiée suivante des charges s'applique uniquement aux cloisons réparties uniformément à travers le bâtiment.

1. Détermination de la valeur de calcul de la charge de vent

La charge peut être déterminée d'après les « charges de vent selon DIN EN 1991-1-4 et DIN EN 1991-1-4/NA », la charge surfacique résultante étant calculée à partir de la pression et de la dépression du vent.

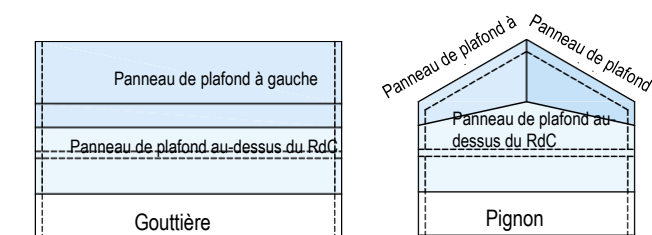
$$C_{pe} = C_{pe,pression} + C_{pe,dépression}$$

$$q_{d,vent} = \gamma_Q C_{pe} \cdot q_{w,k} \text{ en kN/m}^2$$

2. Détermination des surfaces soumises aux charges

En règle générale, les panneaux muraux sont séparés au niveau du joint de plafond. Au rez-de-chaussée (RdC), par exemple, cela signifie qu'une moitié de la charge est introduite dans les fondations tandis que l'autre moitié est introduite dans le panneau de plafond situé dessus. Dans le cas des murs de pignon, une partie de la charge est absorbée par les lambris de toit.

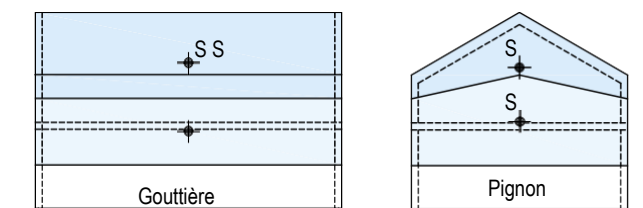
Illustration 60 : Surfaces soumises aux charges



3. Détermination du centre de gravité des surfaces soumises aux charges

La hauteur de la charge est nécessaire pour vérifier la compression ou la traction dans le panneau mural. C'est pourquoi l'étape suivante consiste à déterminer le centre de gravité de chaque surface soumise aux charges. Le centre de gravité d'une surface peut être déterminé à l'aide de tableaux de construction (par exemple, Schneider, Wendehorst).

Illustration 61 : Centre de gravité de la charge

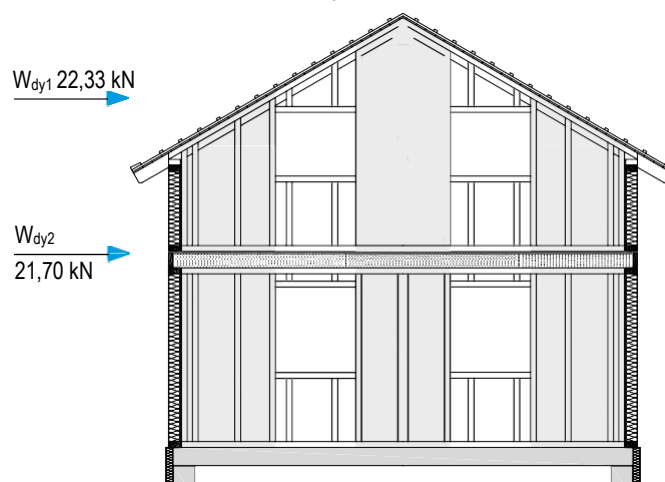


$$W_d = A \cdot q_{d,vent}$$

4. Détermination d'une charge concentrée sur le panneau de plafond

La surface de réception de charge déterminée pour chaque panneau de plafond est maintenant combinée à la charge surfacique due au vent pour obtenir une charge concentrée. Avec le centre de gravité déterminé plus tôt, on obtient la force W_d résultante sur un panneau de plafond.

Illustration 62 : Action du vent par étage



5. Répartition de la charge sur les panneaux muraux

Les panneaux muraux utilisés pour le contreventement doivent être déterminés au préalable. Ceux-ci doivent être répartis régulièrement sur le bâtiment sur une distance la plus longue possible et sans interruption (ni portes, ni fenêtres). La charge concentrée est d'abord convertie en charge linéaire (charge concentrée divisée par la largeur du bâtiment). Chaque axe de cloison donne un positionnement capable d'absorber la charge linéaire horizontale par l'intermédiaire du panneau de plafond. La juxtaposition de plusieurs axes de cloisons donne un modèle de poutres à deux appuis. Il est alors possible de déterminer les forces portantes à partir de ces modèles combinés de poutres à deux appuis.

Chaque force d'appui déterminée dans un axe de la cloison doit maintenant être répartie dans les panneaux muraux de contreventement de ces axes.

Si plusieurs panneaux muraux efficaces sont alignés, la charge est répartie en fonction de la longueur de la cloison.

La charge qui en résulte correspond à la valeur de calcul de l'action $F_{v,Ed}$ due au vent qui peut être comparée directement à la valeur de résistance des tableaux de dimensionnement et ainsi vérifiée.

Exemple pour EG13 + EG14 :

$$F_{v,Ed} = \left(\frac{3,78 \text{ m}}{2} + \frac{2,56 \text{ m}}{2} \right) \cdot 2,14 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 6,78 \text{ kN}$$

Exemple pour EG04 + EG11 :

$$F_{v,Ed} = 1,40 \text{ m} \cdot \left(\frac{\frac{3,78 \text{ m}}{2} \cdot 2,14 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{1,13 \text{ m} + 1,40 \text{ m} + 1,13 \text{ m}} \right) = 1,55 \text{ kN}$$

$$q_{w,d} = \frac{W_d}{b_{\text{bât}}}$$

Illustration 63 : Répartition de la charge horizontale sur les panneaux muraux

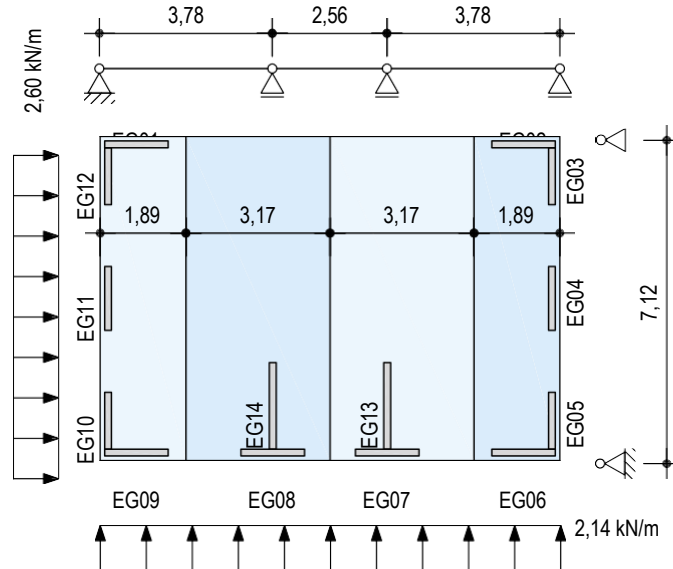
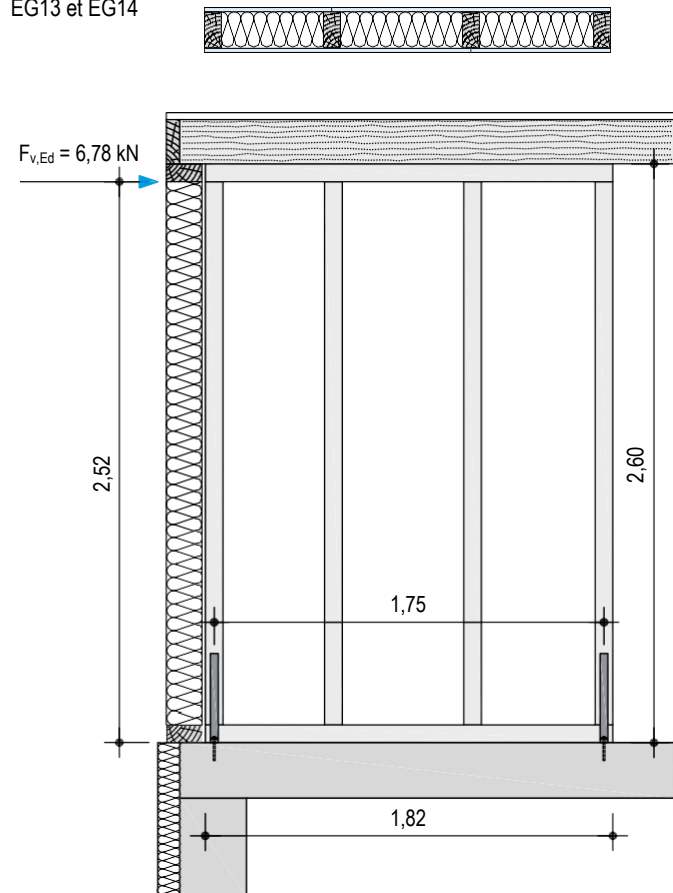


Illustration 64 : Force horizontale $F_{v,Ed}$ sur les panneaux muraux EG13 et EG14



Détermination simplifiée de l'action horizontale du vent

Explication pas-à-pas de la détermination de $F_{v,Ed}$ pour les cloisons EG04+EG11, qui provient du plafond au-dessus du rez-de-chaussée :

$$\frac{3,78 \text{ m}}{2} \cdot 2,14 \text{ kN/m}$$

Les deux cloisons 04+11 de la cage d'escalier supportent chacune la moitié de la largeur soumise aux charges des champs attenants à gauche et à droite. $\frac{3,78 \text{ m}}{2}$

À savoir, pour chacune d'elles :

Cette largeur soumise aux charges est maintenant multipliée par la charge linéaire $\cdot 2,14 \text{ kN/m}$ pour obtenir une force unique.

Cette force unique est maintenant répartie sur la longueur totale de l'ensemble des panneaux muraux alignés. On obtient alors la charge devant être absorbée au mètre.

$$\left(\frac{\frac{3,78 \text{ m}}{2} \cdot 2,14 \text{ kN/m}}{1,13 \text{ m} + 1,40 \text{ m} + 1,13 \text{ m}} \right)$$

Ensuite, la charge au mètre est multipliée par la longueur de cloison pour obtenir avec $F_{v,Ed}$ la valeur devant être vérifiée pour le panneau mural.

$$1,40 \text{ m} \cdot \left(\frac{\frac{3,78 \text{ m}}{2} \cdot 2,14 \text{ kN/m}}{1,13 \text{ m} + 1,40 \text{ m} + 1,13 \text{ m}} \right)$$

6. Total des charges pour les bâtiments de plusieurs étages.
 Pour vérifier le panneau mural au rez-de-chaussée, additionner les charges horizontales issues des étages supérieurs. De même, les forces de compression et de traction résultantes dans les montants de rive doivent être transmises aux panneaux muraux inférieurs. Pour cela, tenir compte des charges verticales provenant de chaque étage.

Charges concentrées par étage

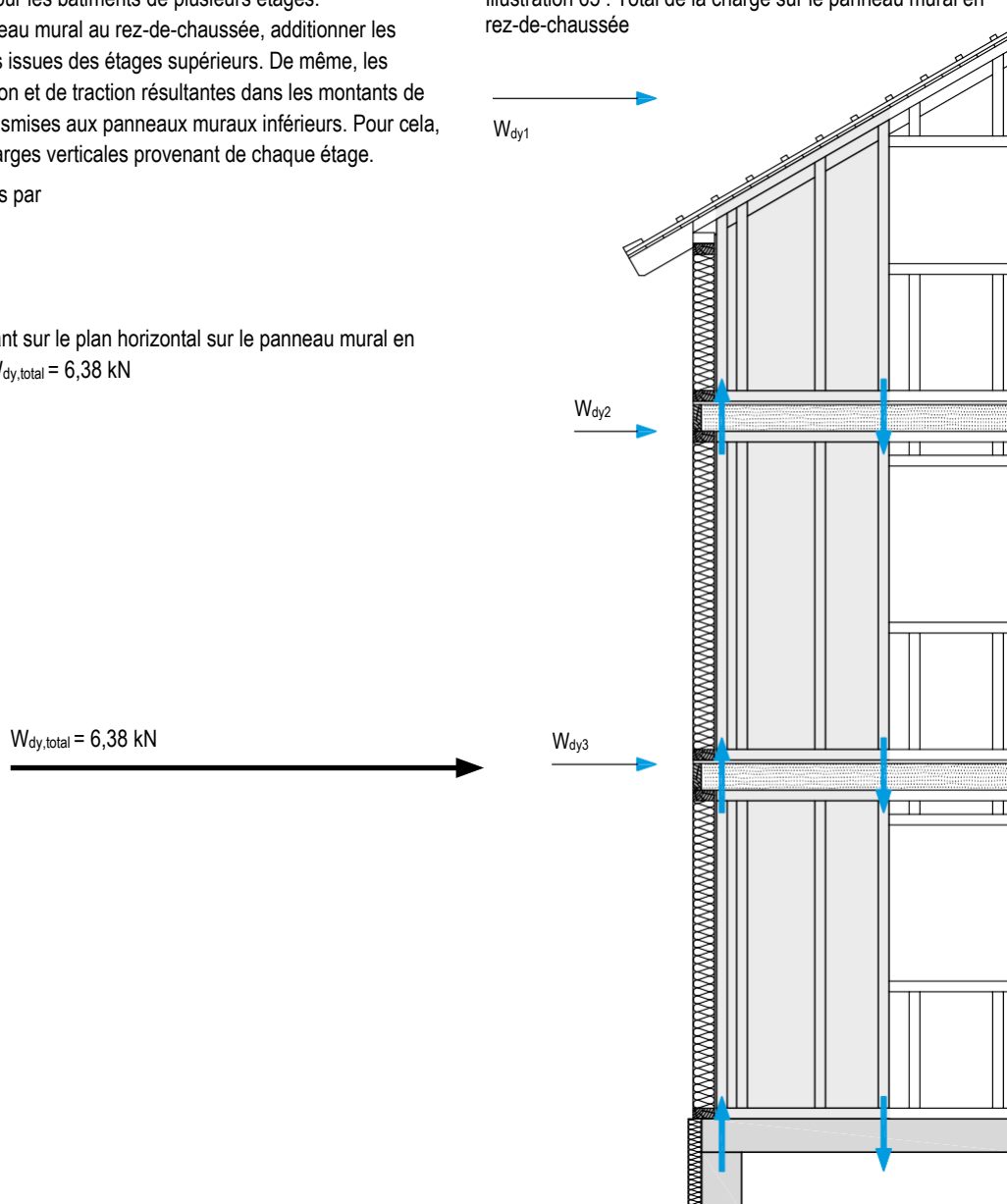
$$W_{dy1} = 3,45 \text{ kN}$$

$$W_{dy2} = 1,25 \text{ kN}$$

$$W_{dy3} = 1,68 \text{ kN}$$

Charge totale agissant sur le plan horizontal sur le panneau mural en rez-de-chaussée : $W_{dy,total} = 6,38 \text{ kN}$

Illustration 65 : Total de la charge sur le panneau mural en rez-de-chaussée

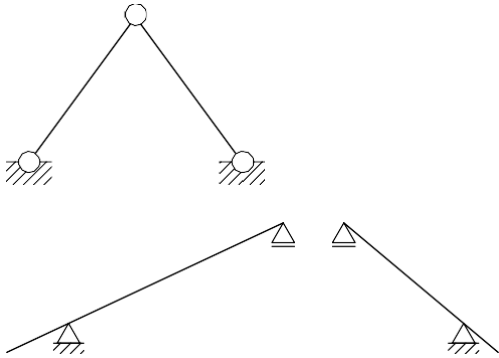


L'illustration suivante présente la détermination d'un poids mort sur un panneau mural dans des bâtiments simples :

1. Définir le système statique.

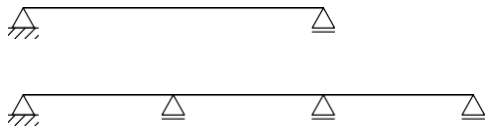
Systèmes de toits courants

Illustration 66 : Systèmes statiques des toits à chevrons et des toits à pannes



Systèmes mur/toit et systèmes de plafonds courants

Illustration 67 : Systèmes statiques des poutres à deux appuis et des poutres à travées multiples



2. Dessiner toutes les charges des systèmes.

Pour les petits projets de construction, les charges habituellement appliquées au toit sont le poids propre, la charge de neige et la charge de vent.

Il convient d'ajouter une charge utile (par exemple, mobilier, cloisons de séparation supplémentaires) en plus du poids propre. Les cloisons et les piliers sont responsables de la dissipation de la charge verticale. Il convient d'ajouter aussi son poids propre.

3. Pour déterminer la combinaison de charges déterminante (respecter la CDAC), voir la section « Actions (charges) » aux pages 15 et suivantes.

4. Transmission de la charge des systèmes de plafonds et de toits aux panneaux muraux.

Les charges verticales devraient toujours s'appliquer directement aux montants verticaux parce que le couronnement ne convient généralement pas comme poutre fléchie. Les charges qui s'intercalent doivent être introduites par l'intermédiaire des linteaux.

5. Réaliser la vérification avec $F_{v,Ed}$.

Grâce au poids mort maintenant connu et à la force horizontale $F_{v,Ed}$, la vérification peut être réalisée à l'aide des tableaux de dimensionnement.

En complément de la vérification à l'aide des tableaux de dimensionnement, vérifier également les tirants d'ancrage.

Illustration 68 : Charges verticales et systèmes statiques dans une maison de deux étages

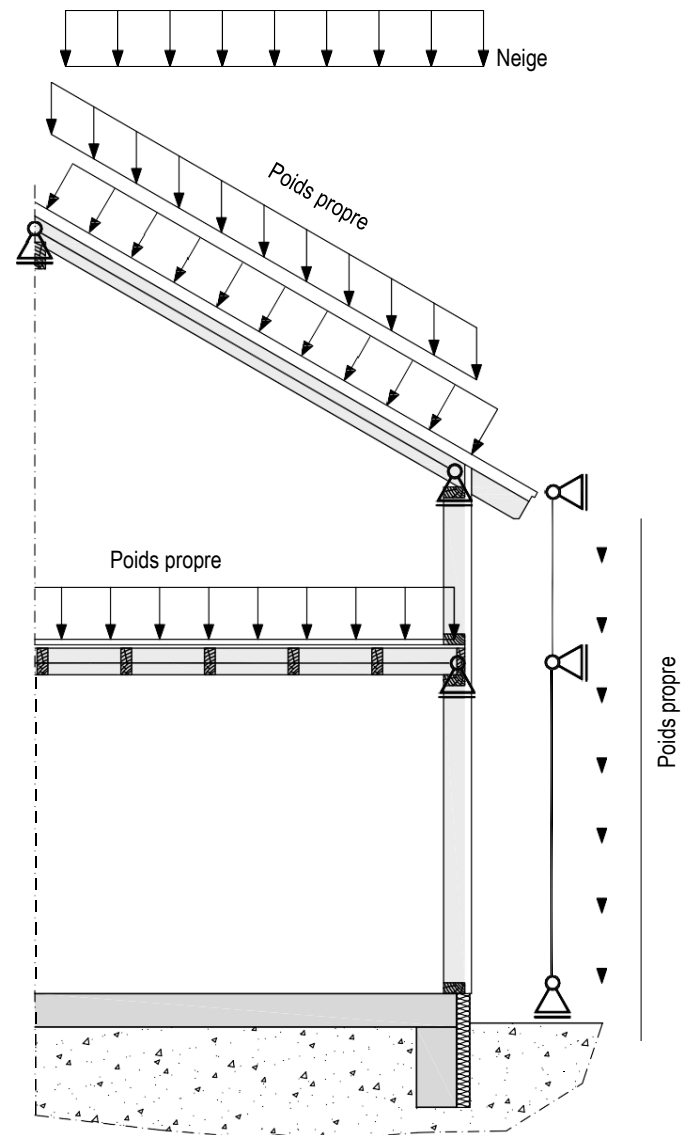
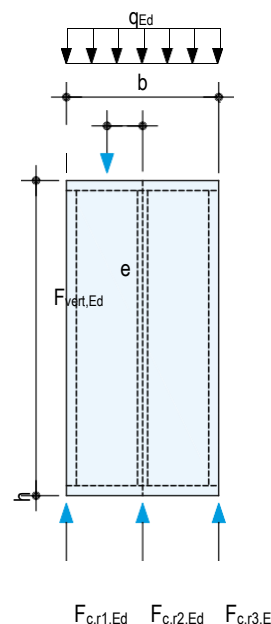


Illustration 69 : Poids morts verticaux sur un panneau mural





Tableaux de dimensionnement

Acceptation des tableaux de dimensionnement

Application

Les tableaux de dimensionnement permettent de dimensionner simplement et rapidement un panneau mural. Ils permettent de réaliser toutes les vérifications nécessaires à l'exception de l'ancrage. Les valeurs décrivent la résistance horizontale maximale au niveau du dimensionnement.

La vérification partielle de la sous-construction eu égard à la compression transversale et à la stabilité est indépendante du parement et de la classe d'utilisation, et peut donc être réalisée dans un seul tableau.

Les vérifications partielles des éléments de fixation, de la résistance de la plaque au cisaillement/à la traction et du voilement par cisaillement de la plaque sont mentionnées en fonction de la classe d'utilisation et du type de parement. Les trois vérifications sont regroupées sur une même page.

La plus petite valeur entre toutes est déterminante.

Les données d'entrée suivantes sont nécessaires :

- Type de plaque
(Diamant X ou GKBI/GKFI) et épaisseur d de la plaque
- Classe d'utilisation (CLU) :
CLU 1 d'un ou de deux côtés
CLU 2 d'un côté
CLU 1 à l'intérieur, CLU 2 à l'extérieur
- Parement statiquement actif d'un côté ou des deux côtés
- Éléments de fixation :
vis TN 3,5 mm
agrafes \varnothing 1,53 mm ou \varnothing 1,80 mm
- Entraxe des éléments de fixation
- Poids mort sur le panneau mural
- Entraxe des profilés
- Dimension des montants (l/h)
- Qualité du bois (C24)
- Hauteur du panneau
- Largeur du panneau

Les valeurs indiquées dans les tableaux sont des valeurs de calcul de la résistance ultime pour une largeur de panneau de 1,25 m. La valeur doit être multipliée par le facteur $b/1,25$ m où b est la largeur de panneau réelle (voir « Exemples de dimensionnements » à la page 63).

Pour les vérifications partielles de la sous-construction et de la résistance au cisaillement de la plaque Diamant X GKFI, il faut connaître la hauteur de cloison. Il est possible d'interpoler de façon linéaire les valeurs intermédiaires non mentionnées dans les tableaux, mais la capacité portante résultante doit alors être réduite de 0,3 kN.

Exemple :

- Hauteur de cloison : 2,80 m
- Section transversale : 60/120 mm
- Entraxe : 625 mm
- Poids mort :
15 kN/m

Formule

$$f(x) = f_0 + \frac{f_1 - f_0}{x_1 - x_0} \cdot (x - x_0)$$

Application

$$F_{v,Rd,2,8} = 12,66 + \frac{10,97 - 12,66}{3,00 - 2,60} \cdot (2,8 - 2,6) = 11,82 \text{ kN}$$

Déduction de sécurité

$$F_{v,Rd,2,8} = 11,82 \text{ kN} - 0,3 \text{ kN} = 11,52 \text{ kN}$$

Certaines circonstances structurelles exigent une réduction de la capacité portante. Les deux conditions suivantes doivent être vérifiées :

1. L'élancement c doit être pris en compte pour la **vérification partielle des éléments de fixation** selon la condition suivante :

$$c = 1,0 \quad \text{pour } b_i \geq h/2$$

$$c = b_i/(h/2) \quad \text{pour } b_i < h/2$$

Si $c < 1,0$, alors le facteur peut être multiplié directement par la valeur de calcul indiquée dans le tableau. Si la valeur de calcul de la capacité portante est réduite, alors la valeur de calcul des éléments de fixation doit d'abord être recalculée avant de choisir la vérification partielle déterminante.

2. Joint horizontal dans le parement

Un seul joint horizontal est admissible au maximum.

Celui-ci doit être assemblé de manière à assurer une rigidité à la poussée (renforcement de la liaison par agrafage/vissage). Lorsqu'il existe un joint horizontal et que la largeur de la plaque $b_{\text{plaque}} < h/2$, alors la valeur de calcul de la capacité portante doit être réduite du facteur 1/6. La réduction s'applique pour la vérification partielle des **éléments de fixation, de la résistance de la plaque au cisaillement/à la traction et du voilement de la plaque par cisaillement**.

Si le cas de réduction se produit, il convient là encore de réduire d'abord les valeurs de calcul des vérifications partielles avant de choisir la valeur de résistance déterminante.

Vérification partielle de la sous-construction eu égard à la stabilité et à la compression transversale

Tableau 20 : Plaques GKB/GKFGKBI/GKFI et Diamant X avec sous-construction en VH C24

Entraxe en mm	Montant en mm	Poids morts en kN/m	Hauteurs de cloisons														
			2,60 m					3,00 m					3,50 m				
			0	5	10	15	20	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20
b	h	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur															
312,5	60	80	9,12	8,74	8,37	7,99	7,61	6,03	5,71	5,38	5,05	4,73	3,84	3,56	3,28	3,01	2,73
	60	120	14,92	14,54	14,17	13,79	13,41	12,92	12,59	12,27	11,94	11,62	11,07	10,79	10,51	10,23	9,95
	60	160	19,89	19,51	19,14	18,76	18,39	17,23	16,90	16,58	16,25	15,92	14,75	14,48	14,20	13,92	13,64
	80	80	12,15	11,77	11,40	11,02	10,65	8,04	7,72	7,39	7,07	6,74	5,12	4,84	4,56	4,29	4,01
	80	120	18,23	17,85	17,47	17,10	16,72	15,78	15,46	15,13	14,81	14,48	13,52	13,24	12,96	12,68	12,40
	80	160	24,30	23,92	23,55	23,17	22,80	21,05	20,72	20,39	20,07	19,74	18,02	17,74	17,47	17,19	16,91
625	60	80	9,12	8,37	7,61	6,86	6,11	6,03	5,38	4,73	4,08	3,43	3,84	3,28	2,73	2,17	–
	60	120	14,92	14,17	13,41	12,66	11,91	12,92	12,27	11,62	10,97	10,32	11,07	10,51	9,95	9,39	8,83
	60	160	19,89	19,14	18,39	17,64	16,88	17,23	16,58	15,92	15,27	14,62	14,75	14,20	13,64	13,08	12,52
	80	80	12,15	11,40	10,65	9,90	9,15	8,04	7,39	6,74	6,09	5,44	5,12	4,56	4,01	3,45	2,89
	80	120	18,23	17,47	16,72	15,97	15,22	15,78	15,13	14,48	13,83	13,18	13,52	12,96	12,40	11,84	11,29
	80	160	24,30	23,55	22,80	22,05	21,30	21,05	20,39	19,74	19,09	18,44	18,02	17,47	16,91	16,35	15,79

Légende des vérifications

déterminantes

Compression transversale du
montant de rive

Stabilité du montant de rive

Tableau 21 : Plaques GKB/GKFGKBI/GKFI et Diamant X avec sous-construction Steico LVL R

Entraxe en mm	Montant en mm	Poids morts en kN/m	Hauteurs de cloisons														
			2,60 m					3,00 m					3,50 m				
			0	5	10	15	20	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20
b	h	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur															
312,5	60	80	14,34	13,96	13,59	13,21	12,84	12,42	12,10	11,77	11,44	11,12	10,64	10,36	10,08	9,80	9,52
	60	120	21,51	21,13	20,76	20,38	20,00	18,63	18,31	17,98	17,65	17,33	15,96	15,68	15,40	15,12	14,85
	60	160	28,68	28,30	27,93	27,55	27,17	24,84	24,52	24,19	23,87	23,54	21,28	21,00	20,72	20,44	20,17
	80	80	17,52	17,14	16,77	16,39	16,02	15,18	14,85	14,53	14,20	13,87	13,00	12,72	12,44	12,16	11,88
	80	120	26,28	25,90	25,53	25,15	24,78	22,77	22,44	22,11	21,79	21,46	19,50	19,22	18,94	18,66	18,39
	80	160	35,04	34,66	34,29	33,91	33,54	30,35	30,03	29,70	29,38	29,05	26,00	25,72	25,44	25,16	24,89
625	60	80	14,34	13,59	12,84	12,08	11,33	12,42	11,77	11,12	10,47	9,82	10,64	10,08	9,52	8,97	8,41
	60	120	21,51	20,76	20,00	19,25	18,50	18,63	17,98	17,33	16,68	16,03	15,96	15,40	14,85	14,29	13,73
	60	160	28,68	27,93	27,17	26,42	25,67	24,84	24,19	23,54	22,89	22,24	21,28	20,72	20,17	19,61	19,05
	80	80	17,52	16,77	16,02	15,27	14,52	15,18	14,53	13,87	13,22	12,57	13,00	12,44	11,88	11,33	10,77
	80	120	26,28	25,53	24,78	24,03	23,28	22,77	22,11	21,46	20,81	20,16	19,50	18,94	18,39	17,83	17,27
	80	160	35,04	34,29	33,54	32,79	32,04	30,35	29,70	29,05	28,40	27,75	26,00	25,44	24,89	24,33	23,77

Tableau 22 : Plaques GKB/GKFGKBI/GKFI et Diamant X avec sous-construction Steico GLVL R

Entraxe en mm	Montant en mm	Poids morts en kN/m	Hauteurs de cloisons														
			2,60 m					3,00 m					3,50 m				
			0	5	10	15	20	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20
b	h	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur															
312,5	60	80	23,92	23,55	23,17	22,80	22,42	20,73	20,40	20,08	19,75	19,43	17,76	17,48	17,20	16,92	16,65
	60	120	35,89	35,51	35,13	34,76	34,38	31,09	30,77	30,44	30,12	29,79	26,64	26,36	26,08	25,81	25,53
	60	160	47,85	47,47	47,10	46,72	46,35	41,46	41,13	40,81	40,48	40,16	35,52	35,24	34,97	34,69	34,41
	80	80	29,24	28,86	28,48	28,11	27,73	25,33	25,01	24,68	24,35	24,03	21,70	21,43	21,15	20,87	20,59
	80	120	43,85	43,48	43,10	42,73	42,35	38,00	37,67	37,34	37,02	36,69	32,56	32,28	32,00	31,72	31,44
	80	160	58,47	58,10	57,72	57,35	56,97	50,66	50,34	50,01	49,68	49,36	43,41	43,13	42,85	42,57	42,29
625	60	80	23,92	23,17	22,42	21,67	20,92	20,73	20,08	19,43	18,78	18,12	17,76	17,20	16,65	16,09	15,53
	60	120	35,89	35,13	34,38	33,63	32,88	31,09	30,44	29,79	29,14	28,49	26,64	26,08	25,53	24,97	24,41
	60	160	47,85	47,10	46,35	45,59	44,84	41,46	40,81	40,16	39,50	38,85	35,52	34,97	34,41	33,85	33,29
	80	80	29,24	28,48	27,73	26,98	26,23	25,33	24,68	24,03	23,38	22,73	21,70	21,15	20,59	20,03	19,47
	80	120	43,85	43,10	42,35	41,60	40,85	38,00	37,34	36,69	36,04	35,39	32,56	32,00	31,44	30,88	30,32
	80	160	58,47	57,72	56,97	56,22	55,47	50,66	50,01	49,36	48,71	48,06	43,41	42,85	42,29	41,73	41,18

Vérification de l'assemblage plaque de plâtre-montant

Vérification partielle des plaques GKB/GKF/GKBI/GKFI CLU 1

Tableau 23 : Vérification partielle des éléments de fixation GKB/GKF/GKBI/GKFI CLU 1

Épaisseur de plaque	Parement Entraxe des éléments de fixation en mm	Efficace d'un côté				Efficace des deux côtés			
		50	75	100	150	50	75	100	150
Type d'élément de fixation		F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur Facteur c d'élançement négligeable, aucun joint horizontal							
12,5 mm	Vis rapide TN 3,5	–	5,15	3,86	2,57	–	10,30	7,72	5,15
	Agrafe 1,53 mm	6,38	4,25	–	–	12,76	8,51	–	–
	Agrafe 1,8 mm	7,72	5,15	–	–	15,45	10,30	–	–
15 mm	Vis rapide TN 3,5	–	5,56	4,17	2,78	–	11,12	8,34	5,56
	Agrafe 1,53 mm	7,69	5,13	–	–	15,38	10,25	–	–
	Agrafe 1,8 mm	9,01	6,01	–	–	18,03	12,02	–	–
18 mm	Vis rapide TN 3,5	–	6,23	4,67	3,11	–	12,45	9,34	6,23
	Agrafe 1,53 mm	8,56	5,71	–	–	17,13	11,42	–	–
	Agrafe 1,8 mm	10,91	7,27	–	–	21,82	14,55	–	–

Tableau 24 : Vérification partielle de la résistance à la traction/résistance au cisaillement des plaques GKB/GKF/GKBI/GKFI CLU 1

Épaisseur de plaque	Parement efficace d'un côté	Parement efficace des deux côtés
	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)	
12,5 mm	2,64	7,99
15 mm	3,17	9,59
18 mm	3,80	11,51

Tableau 25 : Vérification partielle du voilement par cisaillement des plaques GKB/GKF/GKBI/GKFI CLU 1

Épaisseur de plaque	Parement Largeur des montants en mm	Efficace d'un côté		Efficace des deux côtés	
		60	80	60	80
	Entraxe des profilés	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)			
12,5 mm	312,5 mm	6,53	7,09	19,78	21,49
	625 mm	2,92	3,02	8,84	9,17
15 mm	312,5 mm	9,40	10,21	28,49	30,94
	625 mm	4,20	4,36	12,73	13,20
18 mm	312,5 mm	13,54	14,70	41,02	44,55
	625 mm	6,05	6,27	18,33	19,01

Vérification partielle des plaques GKB/GKF/GKBI/GKFI CLU 2

Tableau 26 : Vérification partielle des éléments de fixation GKB/GKF/GKBI/GKFI CLU 2

Épaisseur de plaque	Parement	Efficace d'un côté			
		Entraxe des éléments de fixation en mm			
	Type d'élément de fixation	50	75	100	150
		F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur Facteur c d'éclatement négligeable, aucun joint horizontal			
12,5 mm	Vis rapide TN 3,5	–	4,42	3,32	2,21
	Agrafe 1,53 mm	5,48	3,65	–	–
	Agrafe 1,8 mm	6,63	4,42	–	–
15 mm	Vis rapide TN 3,5	–	4,77	3,58	2,39
	Agrafe 1,53 mm	6,60	4,40	–	–
	Agrafe 1,8 mm	7,74	5,16	–	–
18 mm	Vis rapide TN 3,5	–	5,35	4,01	2,67
	Agrafe 1,53 mm	7,35	4,90	–	–
	Agrafe 1,8 mm	9,37	6,24	–	–

Tableau 27 : Vérification partielle de la résistance à la traction/résistance au cisaillement des plaques GKB/GKF/GKBI/GKFI CLU 2

Épaisseur de plaque	Parement efficace d'un côté
	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)
12,5 mm	1,94
15 mm	2,33
18 mm	2,80

Tableau 28 : Vérification partielle du voilement par cisaillement des plaques GKB/GKF/GKBI/GKFI CLU 2

Épaisseur de plaque	Parement	Efficace d'un côté	
		Largeur des montants en mm	
	Entraxe des profilés	60	80
		F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)	
12,5 mm	312,5 mm	4,81	5,22
	625 mm	2,15	2,23
15 mm	312,5 mm	6,93	7,52
	625 mm	3,10	3,21
18 mm	312,5 mm	9,98	10,83
	625 mm	4,46	4,62

Vérification de l'assemblage plaque de plâtre-montant

Vérification partielle des plaques GKB/GKBI/GKF/GKFI CLU 1+2 (CLU 1 à l'intérieur, CLU 2 à l'extérieur)

Tableau 29 : Vérification partielle des éléments de fixation GKB/GKF/GKBI/GKFI CLU 1+2

Épaisseur de plaque	Parement	Efficace des deux côtés (CLU 1 à l'intérieur, CLU 2 à l'extérieur)			
		Entraxe des éléments de fixation en mm			
	Type d'élément de fixation	50	75	100	150
		F_{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur Facteur c d'éclatement négligeable, aucun joint horizontal			
12,5 mm	Vis rapide TN 3,5	–	9,57	7,18	4,78
	Agrafe 1,53 mm	11,86	7,90	–	–
	Agrafe 1,8 mm	14,35	9,57	–	–
15 mm	Vis rapide TN 3,5	–	10,33	7,75	5,17
	Agrafe 1,53 mm	14,29	9,53	–	–
	Agrafe 1,8 mm	16,75	11,17	–	–
18 mm	Vis rapide TN 3,5	–	11,57	8,68	5,79
	Agrafe 1,53 mm	15,91	10,61	–	–
	Agrafe 1,8 mm	20,28	13,52	–	–

Tableau 30 : Vérification partielle de la résistance à la traction/résistance au cisaillement des plaques GKB/GKF/GKBI/GKFI CLU 1+2

Épaisseur de plaque	Parement efficace des deux côtés (CLU 1 à l'intérieur, CLU 2 à l'extérieur)
	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)
12,5 mm	6,94
15 mm	8,33
18 mm	10,00

Tableau 31 : Vérification partielle du voilement par cisaillement des plaques GKB/GKF/GKBI/GKFI CLU 1+2

Épaisseur de plaque	Parement	Efficace des deux côtés (CLU 1 à l'intérieur, CLU 2 à l'extérieur)	
		Largeur des montants en mm	
	Entraxe des profilés	60	80
		F_{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)	
12,5 mm	312,5 mm	17,18	18,66
	625 mm	7,68	7,96
15 mm	312,5 mm	24,74	26,87
	625 mm	11,06	11,46
18 mm	312,5 mm	35,63	38,69
	625 mm	15,92	16,51

Vérification partielle de la plaque Diamant X GKFI CLU 1

Tableau 32 : Vérification partielle des éléments de fixation Diamant X GKFI CLU 1

Type de plaque	Parement	Efficace d'un côté				Efficace des deux côtés							
		Entraxe des éléments de fixation en mm				50	75	100	150	50	75	100	150
	Type d'élément de fixation	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur Facteur c d'éclatement négligeable, aucun joint horizontal											
Diamant X GKFI 12,5 mm	Vis Diamant XTN 3,9	-	-	5,66	3,77	-	-	11,32	7,55				
	Agrafe 1,53 mm	9,42	6,28	-	-	18,84	12,56	-	-				
	Agrafe 1,8 mm	11,08	7,39	-	-	22,17	14,78	-	-				
Diamant X GKFI 15 mm	Vis Diamant XTN 3,9	-	-	5,93	3,95	-	-	11,85	7,90				
	Agrafe 1,53 mm	9,42	6,28	-	-	18,84	12,56	-	-				
	Agrafe 1,8 mm	12,46	8,31	-	-	24,92	16,61	-	-				
Diamant X GKFI 18 mm	Vis Diamant XTN 3,9	-	-	5,96	3,98	-	-	11,93	7,95				
	Agrafe 1,53 mm	9,18	6,12	-	-	18,36	12,24	-	-				
	Agrafe 1,8 mm	12,24	8,16	-	-	24,47	16,31	-	-				

Tableau 33 : Vérification partielle de la résistance à la traction/résistance au cisaillement de la plaque Diamant X GKFI CLU 1

Type de plaque	Parement efficace d'un côté			Parement efficace des deux côtés		
	Hauteur de cloison					
	2,60 m	3,00 m	3,50 m	2,60 m	3,00 m	3,50 m
F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)						
Diamant X GKFI 12,5 mm	6,64	6,84	7,03	20,14	20,73	21,31
Diamant X GKFI 15 mm	7,31	7,47	7,61	22,16	22,62	23,07
Diamant X GKFI 18 mm	7,60	7,60	7,60	23,02	23,02	23,02

Tableau 34 : Vérification partielle du voilement par cisaillement de la plaque Diamant X GKFI CLU 1

Type de plaque	Parement	Efficace d'un côté		Efficace des deux côtés		
		Largeur des montants en mm		60	80	60
	Entraxe des profilés	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)				
Diamant X GKFI 12,5 mm	312,5 mm	18,28	19,85	55,40	60,16	
	625 mm	8,17	8,47	24,76	25,66	
Diamant X GKFI 15 mm	312,5 mm	24,44	26,55	74,07	80,44	
	625 mm	10,92	11,32	33,10	34,32	
Diamant X GKFI 18 mm	312,5 mm	28,43	30,88	86,15	93,56	
	625 mm	12,71	13,17	38,50	39,91	

Vérification de l'assemblage plaque de plâtre-montant

Vérification partielle de la plaque Diamant X GKFI CLU 2

Tableau 35 : Vérification partielle des éléments de fixation Diamant X GKFI CLU 2

Type de plaque	Parement Entraxe des éléments de fixation en mm	Efficace d'un côté			
		50	75	100	150
Type d'élément de fixation		F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur Facteur c d'éclatement négligeable, aucun joint horizontal			
Diamant X GKFI 12,5 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	4,86	3,24
	Agrafe 1,53 mm	8,08	5,39	–	–
	Agrafe 1,8 mm	9,51	6,34	–	–
Diamant X GKFI 15 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	5,09	3,39
	Agrafe 1,53 mm	8,08	5,39	–	–
	Agrafe 1,8 mm	10,70	7,13	–	–
Diamant X GKFI 18 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	5,12	3,41
	Agrafe 1,53 mm	7,88	5,25	–	–
	Agrafe 1,8 mm	10,50	7,00	–	–

Tableau 36 : Vérification partielle de la résistance à la traction/résistance au cisaillement de la plaque Diamant X GKFI CLU 2

Type de plaque	Parement efficace d'un côté		
	Hauteur de cloison		
	2,60 m	3,00 m	3,50 m
F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)			
Diamant X GKFI 12,5 mm	4,90	5,04	5,18
Diamant X GKFI 15 mm	5,39	5,50	5,61
Diamant X GKFI 18 mm	5,60	5,60	5,60

Tableau 37 : Vérification partielle du voilement par cisaillement de la plaque Diamant X GKFI CLU 2

Type de plaque	Parement Largeur des montants en mm	Efficace d'un côté	
		60	80
	Entraxe des profilés		F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)
Diamant X GKFI 12,5 mm	312,5 mm	13,47	14,63
	625 mm	6,02	6,24
Diamant X GKFI 15 mm	312,5 mm	18,01	19,56
	625 mm	8,05	8,34
Diamant X GKFI 18 mm	312,5 mm	20,95	22,75
	625 mm	9,36	9,71

Vérification partielle de la plaque Diamant X GKFI CLU 1+2 (CLU 1 à l'intérieur, CLU 2 à l'extérieur)

Tableau 38 : Vérification partielle des éléments de fixation de la plaque Diamant X GKFI CLU 1+2

Type de plaque	Parement	Efficace des deux côtés			
		Entraxe des éléments de fixation en mm			
	Type d'élément de fixation	50	75	100	150
		F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur Facteur c d'éclatement négligeable, aucun joint horizontal			
Diamant X GKFI 12,5 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	10,52	7,01
	Agrafe 1,53 mm	17,50	11,67	–	–
	Agrafe 1,8 mm	20,60	13,73	–	–
Diamant X GKFI 15 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	11,01	7,34
	Agrafe 1,53 mm	17,50	11,67	–	–
	Agrafe 1,8 mm	23,16	15,44	–	–
Diamant X GKFI 18 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	11,08	7,39
	Agrafe 1,53 mm	17,06	11,37	–	–
	Agrafe 1,8 mm	22,74	15,16	–	–

Tableau 39 : Vérification partielle de la résistance à la traction/résistance au cisaillement de la plaque Diamant X GKFI CLU 1+2

Type de plaque	Parement efficace des deux côtés (CLU 1 à l'intérieur, CLU 2 à l'extérieur)		
	Hauteur de cloison		
	2,60 m	3,00 m	3,50 m
	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)		
Diamant X GKFI 12,5 mm	17,49	18,00	18,50
Diamant X GKFI 15 mm	19,25	19,65	20,04
Diamant X GKFI 18 mm	19,99	19,99	19,99

Tableau 40 : Vérification partielle du voilement par cisaillement de la plaque Diamant GKFI CLU 1+2

Type de plaque	Parement	Efficace des deux côtés (CLU 1 à l'intérieur, CLU 2 à l'extérieur)	
		Largeur des montants en mm	
	Entraxe des profilés	60	80
		F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)	
Diamant X GKFI 12,5 mm	312,5 mm	48,11	52,24
	625 mm	21,50	22,29
Diamant X GKFI 15 mm	312,5 mm	64,33	69,86
	625 mm	28,75	29,80
Diamant X GKFI 18 mm	312,5 mm	74,82	81,25
	625 mm	33,44	34,66

Vérification de l'assemblage plaque de plâtre-montant

Vérification partielle de la plaque Diamant X GKFI deux couches CLU 1

Tableau 41 : Vérification partielle des éléments de fixation de la plaque Diamant X GKFI deux couches CLU 1

Type de plaque	Parement	Efficace d'un côté				Efficace des deux côtés							
		Entraxe des éléments de fixation en mm				50	75	100	150	50	75	100	150
	Type d'élément de fixation	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur Facteur c d'éclatement négligeable, aucun joint horizontal											
2 plaques Diamant X GKFI 12,5 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	8,47	5,65	–	–	16,94	11,30				
	Agrafe 1,53 mm	16,13	10,75	–	–	32,25	21,50	–	–				
	Agrafe 1,8 mm	19,55	13,03	–	–	39,09	26,06	–	–				
2 plaques Diamant X GKFI 15 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	9,30	6,20	–	–	18,60	12,40				
	Agrafe 1,53 mm	16,59	11,06	–	–	33,18	22,12	–	–				
	Agrafe 1,8 mm	21,30	14,20	–	–	42,60	28,40	–	–				
2 plaques Diamant X GKFI 18 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	9,56	6,37	–	–	19,12	12,75				
	Agrafe 1,53 mm	16,52	11,01	–	–	33,04	22,03	–	–				
	Agrafe 1,8 mm	21,14	14,09	–	–	42,28	28,19	–	–				

Le tableau est valide à condition que la 1^{re} couche de parement soit seulement brochée et que l'entraxe indiqué pour les éléments de fixation soit respecté sur les deux couches.

Tableau 42 : Vérification partielle de la résistance à la traction/résistance au cisaillement de la plaque Diamant X GKFI deux couches CLU 1

Type de plaque	Parement efficace d'un côté			Parement efficace des deux côtés		
	Hauteur de cloison			Hauteur de cloison		
	2,60 m	3,00 m	3,50 m	2,60 m	3,00 m	3,50 m
	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)					
2 plaques Diamant X GKFI 12,5 mm	13,29	13,68	14,06	40,27	41,46	42,61
2 plaques Diamant X GKFI 15 mm	14,63	14,93	15,23	44,33	45,25	46,14
2 plaques Diamant X GKFI 18 mm	15,19	15,19	15,19	46,04	46,04	46,04

Tableau 43 : Vérification partielle du voilement par cisaillement de la plaque Diamant X GKFI deux couches CLU 1

Type de plaque	Parement	Efficace d'un côté		Efficace des deux côtés		
		Largeur des montants en mm		60	80	60
	Entraxe des profilés	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)				
2 plaques Diamant X GKFI 12,5 mm	312,5 mm	36,56	39,71	110,79	120,32	
	625 mm	16,34	16,94	49,51	51,33	
2 plaques Diamant X GKFI 15 mm	312,5 mm	48,89	53,09	148,14	160,89	
	625 mm	21,85	22,65	66,21	68,64	
2 plaques Diamant X GKFI 18 mm	312,5 mm	56,86	61,75	172,30	187,12	
	625 mm	25,41	26,34	77,00	79,83	

Vérification partielle de la plaque Diamant X GKFI deux couches CLU 2

Tableau 44 : Vérification partielle des éléments de fixation de la plaque Diamant X GKFI deux couches CLU 2

Type de plaque	Parement	Efficace d'un côté			
		Entraxe des éléments de fixation en mm			
	Type d'élément de fixation	50	75	100	150
2 plaques Diamant X GKFI 12,5 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	6,93	4,62
	Agrafe 1,53 mm	13,24	8,83	–	–
	Agrafe 1,8 mm	15,83	10,56	–	–
2 plaques Diamant X GKFI 15 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	7,57	5,05
	Agrafe 1,53 mm	13,58	9,05	–	–
	Agrafe 1,8 mm	17,40	11,60	–	–
2 plaques Diamant X GKFI 18 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	7,77	5,18
	Agrafe 1,53 mm	13,35	8,90	–	–
	Agrafe 1,8 mm	17,07	11,38	–	–

Le tableau est valide à condition que la 1^{re} couche de parement soit seulement brochée et que l'entraxe indiqué pour les éléments de fixation soit respecté sur les deux couches.

Tableau 45 : Vérification partielle de la résistance à la traction/résistance au cisaillement de la plaque Diamant X GKFI deux couches CLU 2

Type de plaque	Parement efficace d'un côté		
	Hauteur de cloison		
	2,60 m	3,00 m	3,50 m
	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)		
2 plaques Diamant X GKFI 12,5 mm	9,79	10,08	10,36
2 plaques Diamant X GKFI 15 mm	10,78	11,00	11,22
2 plaques Diamant X GKFI 18 mm	11,19	11,19	11,19

Tableau 46 : Vérification partielle du voilement par cisaillement de la plaque Diamant GKFI deux couches CLU 2

Type de plaque	Parement	Efficace d'un côté	
		Largeur des montants en mm	
	Entraxe des profilés	60	80
2 plaques Diamant X GKFI 12,5 mm	312,5 mm	26,94	29,26
	625 mm	12,04	12,48
2 plaques Diamant X GKFI 15 mm	312,5 mm	36,02	39,12
	625 mm	16,10	16,69
2 plaques Diamant X GKFI 18 mm	312,5 mm	41,90	45,50
	625 mm	18,72	19,41

Vérification de l'assemblage plaque de plâtre-montant

Vérification partielle de la plaque Diamant X GKFI deux couches CLU 1+2 (CLU 1 à l'intérieur, CLU 2 à l'extérieur)

Tableau 47 : Vérification partielle des éléments de fixation de la plaque Diamant X GKFI deux plaques CLU 1+2

Type de plaque	Parement	Efficace des deux côtés (CLU 1 à l'intérieur, CLU 2 à l'extérieur)			
		Entraxe des éléments de fixation en mm	50	75	100
	Type d'élément de fixation	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur Facteur c d'éclatement négligeable, aucun joint horizontal			
2 plaques Diamant X GKFI 12,5 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	15,40	10,27
	Agrafe 1,53 mm	29,37	19,58	–	–
	Agrafe 1,8 mm	35,38	23,59	–	–
2 plaques Diamant X GKFI 15 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	16,87	11,25
	Agrafe 1,53 mm	30,17	20,11	–	–
	Agrafe 1,8 mm	38,70	25,80	–	–
2 plaques Diamant X GKFI 18 mm	Vis Diamant XTN 3,9	–	–	17,33	11,55
	Agrafe 1,53 mm	29,87	19,92	–	–
	Agrafe 1,8 mm	38,21	25,48	–	–

Le tableau est valide à condition que la 1^{re} couche de parement soit seulement brochée et que l'entraxe indiqué pour les éléments de fixation soit respecté sur les deux couches.

Tableau 48 : Vérification partielle de la résistance à la traction/résistance au cisaillement de la plaque Diamant X GKFI deux couches CLU 1+2

Type de plaque	Parement efficace des deux côtés (CLU 1 à l'intérieur, CLU 2 à l'extérieur)		
	Hauteur de cloison		
	2,60 m	3,00 m	3,50 m
F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)			
2 plaques Diamant X GKFI 12,5 mm	34,97	36,00	37,00
2 plaques Diamant X GKFI 15 mm	38,49	39,29	40,07
2 plaques Diamant X GKFI 18 mm	39,98	39,98	39,98

Tableau 49 : Vérification partielle du voilement par cisaillement de la plaque Diamant GKFI deux couches CLU 1+2

Type de plaque	Parement	Efficace des deux côtés (CLU 1 à l'intérieur, CLU 2 à l'extérieur)	
		Largeur des montants en mm	60
	Entraxe des profilés	F _{v,Rd} en kN pour un panneau de 1,25 m de largeur (aucun joint horizontal)	
2 plaques Diamant X GKFI 12,5 mm	312,5 mm	96,21	104,49
	625 mm	43,00	44,58
2 plaques Diamant X GKFI 15 mm	312,5 mm	128,65	139,72
	625 mm	57,49	59,60
2 plaques Diamant X GKFI 18 mm	312,5 mm	149,63	162,50
	625 mm	66,87	69,32

Diamant X GKFI 15 mm, parement des deux côtés

Données d'entrée	
Agrafage	d = 1,53 mm
Entraxe des éléments de fixation	50 mm
Poids mort	10 kN/m
Classe d'utilisation	CLU 1+2 (cloison extérieure)
Entraxe des	625 mm
Dimension des montants (l/h)	60/120 mm
Qualité du bois	C 24
Hauteur du panneau	2,60 m
Largeur du panneau	2,50 m (facteur 2,50 m/1,25 m = 2)

On obtient les valeurs de résistance suivantes pour les vérifications déterminantes :

Élément de fixation

Résistance ultime d'après le tableau 38 à la page 59

$$F_{v,Rd} = 17,50 \text{ kN} \cdot 2 = 35,00 \text{ kN}$$

Résistance à la traction/résistance au cisaillement de la plaque de plâtre

Résistance ultime d'après le tableau 39 à la page 59

$$F_{v,Rd} = 19,25 \text{ kN} \cdot 2 = 38,50 \text{ kN}$$

Voilement par cisaillement de la plaque de plâtre

Résistance ultime d'après le tableau 40 à la page 59

$$F_{v,Rd} = 28,75 \text{ kN} \cdot 2 = 57,50 \text{ kN}$$

Sous-construction eu égard à la stabilité et à la compression transversale

Résistance ultime d'après à la page 53

$$F_{v,Rd} = 13,41 \text{ kN} \cdot 2 = 26,82 \text{ kN}$$

Dans ce cas, la vérification s'effectue avec la cote la plus petite provenant de la valeur de résistance la plus petite obtenue lors de la vérification de la sous-construction. En conséquence, une force horizontale maximale de **26,82 kN** est autorisée. *En optimisant la structure porteuse en bois avec la plaque Steico GLVL R (sans modifier aucune autre condition), comme présenté dans l'exemple ci-dessous, on obtient les modifications suivantes :*

Élément de fixation

Résistance ultime d'après le tableau 38 à la page 59

$$F_{v,Rd} = 17,50 \text{ kN} \cdot 2 = 35,00 \text{ kN}$$

Résistance à la traction/résistance au cisaillement de la plaque de plâtre

Résistance ultime d'après le tableau 39 à la page 59

$$F_{v,Rd} = 19,25 \text{ kN} \cdot 2 = 38,50 \text{ kN}$$

Voilement par cisaillement de la plaque de plâtre

Résistance ultime d'après le tableau 40 à la page 59

$$F_{v,Rd} = 28,77 \text{ kN} \cdot 2 = 57,54 \text{ kN}$$

Sous-construction eu égard à la stabilité et à la compression transversale

Résistance ultime d'après à la page 52

$$F_{v,Rd} = 20,00 \text{ kN} \cdot 2 = 40,00 \text{ kN}$$

Dans ce cas, la vérification s'effectue avec la cote la plus petite provenant des vérifications partielles pour les éléments de fixation, la résistance à la traction/au cisaillement et le voilement par cisaillement issues de la vérification de la résistance des éléments de fixation. En conséquence, une force horizontale maximale de **35,00 kN** est autorisée.

Tirant d'ancrage nécessaire

Si une capacité portante du panneau mural de 35,00 kN est utilisée, alors la charge d'ancrage à absorber est :

$$F_t = F_v \cdot \frac{h}{b} = 35,00 \text{ kN} \cdot \frac{2,60 \text{ m}}{2,50 \text{ m}} = 36,34 \text{ kN}$$

GKB/GKF/GKBI/GKFI 15 mm, parement des deux côtés

Données d'entrée	
Agrafage	d = 1,53 mm
Entraxe des éléments de fixation	50 mm
Poids mort	10 kN/m
Classe d'utilisation	CLU 1+2 (cloison extérieure)
Entraxe des	625 mm
Dimension des montants (l/h)	60/120 mm
Qualité du bois	C 24
Hauteur du panneau	2,60 m
Largeur du panneau	2,50 m (facteur 2,50 m/1,25 m = 2)

On obtient les valeurs de résistance suivantes pour les vérifications déterminantes :

Élément de fixation

Résistance ultime d'après le tableau 29 à la page 56

$$F_{v,Rd} = 14,29 \text{ kN} \cdot 2 = 28,58 \text{ kN}$$

Résistance à la traction/résistance au cisaillement de la plaque de plâtre

Résistance ultime d'après le tableau 30 à la page 56

$$F_{v,Rd} = 8,33 \text{ kN} \cdot 2 = 16,66 \text{ kN}$$

Voilement par cisaillement de la plaque de plâtre

Résistance ultime d'après le tableau 31 à la page 56

$$F_{v,Rd} = 11,06 \text{ kN} \cdot 2 = 22,12 \text{ kN}$$

Sous-construction eu égard à la stabilité et à la compression transversale

Résistance ultime d'après à la page 53

$$F_{v,Rd} = 14,17 \text{ kN} \cdot 2 = 28,34 \text{ kN}$$

Dans ce cas, la vérification s'effectue avec la cote la plus petite provenant des vérifications partielles pour les éléments de fixation, la résistance au cisaillement et le voilement par cisaillement issues de la vérification de la résistance au cisaillement. En conséquence, une force horizontale maximale de **16,66 kN** est autorisée.

Tirant d'ancrage nécessaire

Si une capacité portante du panneau mural de 16,66 kN est utilisée, alors la charge d'ancrage à absorber est :

$$F_t = F_v \cdot \frac{h}{b} = 16,66 \text{ kN} \cdot \frac{2,60 \text{ m}}{2,50 \text{ m}} = 17,33 \text{ kN}$$

Remarques relatives au document

Les brochures techniques Knauf sont des documents informatifs dédiés à des thématiques spécifiques et aux compétences techniques de Knauf. Sauf indication contraire, les informations et instructions, variantes de construction, détails d'exécution et produits qui figurent dans ces fiches techniques reposent sur les preuves d'applicabilité (par exemple, certificat de contrôle général de surveillance de la construction « CCG ») et normes en vigueur au moment de l'élaboration du document. Les exigences en matière de physique du bâtiment (protection incendie et insonorisation), de construction et de statique sont également prises en considération.

Les détails d'exécution mentionnés illustrent des exemples qui peuvent être utilisés par analogie pour diverses variantes de parement du système concerné. Cependant, les mesures complémentaires nécessaires et/ou les restrictions éventuellement requises doivent être prises en considération en cas d'exigences particulières en matière de protection incendie et/ou d'insonorisation.

Références à d'autres documents

- Fiche technique [Knauf Holztafelbau-Wände W55.ch](#) (en allemand uniquement)
- Tenir compte des fiches techniques des divers composants individuels du système Knauf.

Normes et vérifications applicables

La présente brochure technique repose sur les normes et vérifications suivantes :

Eurocode 0

- DIN EN 1990:2010-12
- DIN EN 1990/NA:2010-12

Eurocode 1

- DIN EN 1991-1-1:2010-12
- DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12

Eurocode 5

- DIN EN 1995-1-1:2010-12
- DIN EN 1995-1-1/A2:2014-07
- DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

Eurocode 8

- DIN EN 1998-1:2010-12
- DIN EN 1998-1/NA:2011-01

Norme relative aux matériaux de construction

- DIN EN 338:2016-07

Normes d'application

- DIN EN 1052-10
- DIN 18180:2014-09
- DIN 18181

Évaluation technique européenne

- ETE 13/0800

Bibliographie

- [1] Colling, François : *Aussteifung von Gebäuden in Holztafelbauart* (Contreventement des bâtiments avec panneaux préfabriqués sur ossature bois), 1^{re} édition, 12/2011
- [2] Blaß, H.J. et Laskewitz, B. : *Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Zwischenschichten. Bauen mit Holz* (Résistance des assemblages avec des organes de type tige et couches intermédiaires. Construire avec le bois), numéro 1-2, p. 26-35, 2003

Liste des abréviations

Une liste des abréviations utilisées dans ce document est présentée dans les dernières pages de la présente brochure technique.

Exclusion de responsabilité

Veillez noter que la haute école de Rosenheim et la société Knauf Gips KG déclinent toute responsabilité concernant le contenu de la présente brochure technique.

Le contreventement ne constitue qu'un élément de la statique. Le reste de la structure porteuse doit être planifié en concertation avec un ingénieur structure.

Représentations graphiques

Une partie des illustrations intégrées ici a été créée à l'aide du logiciel de CAO de l'entreprise Dietrich's.

Utilisation conforme des systèmes Knauf

Veillez tenir compte de ce qui suit :

Attention	Les systèmes Knauf doivent être utilisés exclusivement dans des cas d'application tels qu'indiqués dans la documentation Knauf. Pour recourir à des produits ou composants d'un fabricant tiers, ces derniers doivent d'abord être recommandés ou autorisés par Knauf. L'application réussie des produits/systèmes présuppose des conditions adéquates lors du transport, du stockage, de la mise en place, du montage et de l'entretien.
------------------	---

Informations générales

Désignation

Dans les normes, la désignation du diamètre des éléments de fixation est utilisée différemment. Dans la présente brochure technique, on utilise la désignation d à la place de d_N ($d = d_N$ ou d_{def}).

Lettres latines majuscules

A	Section transversale ; facteur préalable pour la détermination simplifiée de la capacité portante d'un élément de fixation
A _d	Valeur de calcul d'une action accidentelle
A _{ef}	Surface de contact effective dans le cas d'une contrainte de compression perpendiculaire au fil
A _{Ek}	Valeur caractéristique de l'action d'un séisme
CCG	Certificat de contrôle général de surveillance de la construction
E _{0,05}	Fractile de 5 % d'un module d'élasticité
E _d	Valeur de calcul de la sollicitation
E _k	Valeur caractéristique de la sollicitation
E _{mean}	Valeur moyenne d'un module d'élasticité
E _{m,mean}	Valeur moyenne du module d'élasticité en flexion de la plaque de plâtre Diamant X soumise à une contrainte dans le plan du panneau ou de la plaque
ETE	Évaluation technique européenne
F	Force
F _{ax,Rk}	Résistance caractéristique à l'arrachement de l'élément de fixation
F _{f,Rd}	Valeur de calcul de la capacité portante d'un élément de fixation dans les panneaux muraux
F _c	Force de réaction à la compression à l'extrémité des panneaux muraux
F _{c,0,Ed}	Valeur de calcul de la force de compression parallèle au sens du fil
F _{c,90,Ed}	Valeur de calcul de la force de compression perpendiculaire au fil
F _{c,Ed}	Valeur de calcul de la force de réaction à la compression à l'extrémité des panneaux muraux
F _{i,c,Ed}	Valeur de calcul de la force de réaction à la compression à l'extrémité des panneaux muraux par panneau mural i (si plusieurs panneaux sont alignés dans une cloison)
F _{i,t,Ed}	Valeur de calcul de la force de réaction à la traction à l'extrémité des panneaux muraux par panneau mural i (si plusieurs panneaux sont alignés dans une cloison)
F _{i,v,Ed}	Valeur de calcul de la charge de contreventement par panneau mural i (si plusieurs panneaux sont alignés dans une cloison)
F _t	Force de réaction à la traction à l'extrémité des panneaux muraux
F _{t,Ed}	Valeur de calcul de la force de réaction à la traction à l'extrémité des panneaux muraux
F _{v,vert,Ed}	Valeur de calcul d'une charge concentrée verticale sur un panneau mural
F _v	Charge de contreventement
F _{v,Ed}	Valeur de calcul de la charge de contreventement
F _{v,Rd}	Valeur de calcul de la capacité portante par joint et élément de fixation ; valeur de calcul de la capacité portante d'un panneau
F _{v,Rk}	Valeur caractéristique de la capacité portante par joint et élément de fixation
G _k	Valeur caractéristique d'une action permanente
G _{k,j}	Valeur caractéristique d'une action permanente j
CLB	Classe de bâtiments d'après le règlement de la construction en vigueur
G _{mean}	Valeur moyenne du module de cisaillement
G _{v,mean}	Valeur moyenne du module de cisaillement de la plaque de plâtre Diamant X
GEO	Rupture ou déformation excessive du terrain de construction (GEO – géotechnique)
ELS	État limite de service
ELU	État limite ultime

I _y	Moment quadratique autour de l'axe fort
CDAC	Classe de durée d'action des charges
MBau-VorIV	<i>Musterbauvorlagenverordnung</i> , règlement allemand relatif à la documentation des constructions
MBO	<i>Musterbauordnung</i> , règlement type allemand en matière de construction (MBO 2002, dernière modification en 2019)
M _{y,Rk}	Valeur caractéristique du moment élastique de l'élément de fixation
NA	<i>National Annex</i> , annexe nationale aux normes européennes qui contient les règles définies en tant que paramètres déterminés au plan national (NDP) et qu'informations complémentaires non contradictoires (NCI)
NCI	<i>National non-contradictory complementary information</i> , informations nationales et règles complémentaires qui ne doivent pas contredire les textes normatifs européens harmonisés
NDP	<i>Nationally determined parameters</i> (paramètres déterminés à l'échelle nationale, tels que la grandeur des coefficients partiels de sécurité, la détermination de données climatiques, géographiques ou spécifiques au Land, ainsi que les cartes de charge de neige et les zones de charge de vent)
NE	Unité d'utilisation
CLU	Classe d'utilisation
ASP	Arase supérieure du plancher
P _d	Valeur de calcul d'une force de précontrainte
P _k	Valeur caractéristique de la force de précontrainte
Q _k	Valeur caractéristique d'une action variable
Q _{k,1}	Valeur caractéristique d'une action 1 variable déterminante (action prépondérante)
Q _{k,i}	Valeur caractéristique d'une action i variable non déterminante (action concomitante)
Q _d	Valeur de calcul
R _d	Valeur de calcul d'une résistance
R _k	Résistance caractéristique
S	Centre de gravité d'une charge
STR	Rupture de la structure porteuse et de la section (STR – structurelle)
W _d	Valeur de calcul d'une charge concentrée issue de l'action du vent
X ₀₅	Fractile de 5 % des propriétés des matériaux

Lettres latines minuscules

a _f	Entraxe des montants
b	Dimensions perpendiculaires au vent lors de la détermination des coefficients de pression extérieure ; largeur d'un panneau mural
b _i	Largeur d'un panneau mural i
b _{plaque}	Largeur d'une plaque sur un panneau mural
b _{net}	Entraxe net des montants
b _r	Entraxe des montants
b _w	Largeur des montants
c	Coefficient permettant de tenir compte de l'influence de panneaux muraux élançés
C _{pe}	Coefficient aérodynamique de pression extérieure
C _{pe,1}	Coefficient aérodynamique de pression extérieure pour les surfaces de réception de charge inférieures à 1 m ²
C _{pe,10}	Coefficient aérodynamique de pression extérieure pour des surfaces de réception de charge supérieures à 10 m ²



UTILISEZ LES SERVICES PRATIQUES DE KNAUF



WWW.KNAUF.CH

Offrez-vous les services du plus fort partenaire pour renforcer votre réputation de planificateur de haute volée. Sur ce plan, Knauf vous offre des prestations uniques.



TÉLÉCHARGEMENTS

Vous recherchez des données techniques?
Vous trouverez nos prospectus, brochures et autres documentations au format PDF ou données CAO dans notre centre de téléchargement sur le site www.knauf.ch



COMPÉTENCES TECHNIQUES

Vous recherchez une solution bien précise?
Découvrez les compétences techniques de Knauf qui répondent aux exigences ou fonctionnalités requises. www.knauf.ch

Sous réserve de techniques. La version actuelle fait foi. Notre garantie ne porte que sur notre matériel en bon état. Les propriétés des systèmes Knauf en matière de construction, de statique et de physique du bâtiment peuvent être garanties uniquement en cas de recours exclusif aux composants-système Knauf ou à des produits recommandés expressément par Knauf. Les données relatives à la consommation, aux quantités et à l'exécution sont des valeurs empiriques qui ne peuvent pas être reprises telles quelles lorsque les conditions diffèrent. Tous droits réservés. Toute réimpression, reproduction par un procédé photomécanique ou électronique, même partielles, nécessitent l'autorisation expresse de la société Knauf AG, Kägenstrasse 17, 4153 Reinach BL.

Siège
Knauf AG
Kägenstrasse 17
4153 Reinach BL
info-ch@knauf.com

Suisse romande
Bureau technique
Rue Galilée 4
1400 Yverdon-les-Bains
info-ch@knauf.com

Suisse méridionale
Via Cantonale 2a
6928 Manno
info-ch@knauf.com

www.knauf.ch
Tél. 058 775 88 00