

Physique du bâtiment pour la construction à sec

Notions de base

Tableau des matières

Chapitre	Page
Protection incendie	4
Bases théoriques de la protection incendie	4
Le comportement du plâtre en cas d'incendie	5
Prescriptions et directives	5
Classification des matériaux de construction	6
Matériaux de construction combustibles	6
Matériaux de construction non combustibles	6
Classification des éléments de construction	7
Produits de construction et systèmes de construction bénéficiant d'une reconnaissance générale	8
Le critère de capsule	10
Vérification de la sécurité structurale	11
Le plus important en bref	12
Isolation acoustique	13
Bases théoriques de l'isolation acoustique	13
Transmission du son	13
Transmission indirecte	14
Isolation acoustique	15
Éléments de construction à parement simple	15
Éléments de construction à parement double	16
Certification de l'isolation au bruit aérien selon SIA 181	17
Isolation acoustique avec les systèmes de cloisons de séparation Rigips®	18
L'indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w avec les indices de correction de spectre C et C_{tr}	18
Définition de l'isolation acoustique nécessaire $R_w + C$	20
Évaluation des facteurs d'influence sur l'isolation acoustique	21
Influence de l'isolation des espaces vides	24
Isolation acoustique avec les doublages Rigips®	26
Indice d'amélioration du bruit aérien des doublages avec profilés montants métalliques	26
Indice d'amélioration du bruit aérien des doublages avec carreaux composites	27
Isolation acoustique avec raccord aminci	28
Calcul de l'isolation acoustique des surfaces composées	29
Raccords amincis Rigips	30
Indices d'affaiblissement acoustique résultants	31
Raccords amincis à la partie d'ouvrage	32
Le plus important en bref	33
Acoustique de salle	34
Bases théoriques acoustique de salle	34
Temps de réverbération	34
Absorption acoustique	35
Facteurs d'influence sur le comportement de l'absorption	37
Taux de perforation	37
Hauteur de suspension/Espace aérien	37
Garniture en laine minérale	37
Planification de l'acoustique de salle	38
Planification selon SIA 181	38
Planification selon DIN 18041	39
Le plus important en bref	41

Protection thermique et protection contre l'humidité	42
Protection thermique	42
Conductivité thermique λ et résistance thermique R	42
Coefficient de transmission thermique U	44
Protection contre l'humidité	46
Humidité critique de la surface	46
Limitation de l'humidité dans les constructions	47
Confort	48
Confort en hiver	48
Confort en été	48
Le plus important en bref	49
Statique	50
Planification statique	50
Cas de charge qui agissent sur des cloisons de séparation non portantes	50
Charge de surface équivalente (charge due au vent)	50
Charges de console	50
Revêtements céramiques	50
Capacité d'utilisation (critères de déformation)	50
Hauteurs maximales admissibles des systèmes de cloisons Rigips®	51
Tableaux	51
Conditions de base	56
Remarques	56
Le plus important en bref	57
Protection sismique	58
Protection sismique: notions de base	58
Sécurité sismique des cloisons de séparation non portantes	59
Calcul des forces résultantes consécutives à une action sismique	59
Exigences relatives aux fixations dans le béton	63
Classes d'ouvrages	63
Catégories de performance sismique pour le matériel de fixation	64
Écarts recommandés pour le matériel de fixation	65
Interaction entre la construction porteuse principale et les parties d'ouvrage non porteuses	66
Renoncement à une vérification pour les catégories de performance sismique des chevilles	66
Revêtements de plafonds et faux-plafonds en cas de sollicitations sismiques	67
Le plus important en bref	68
Bibliographie	69

Protection incendie

Bases théoriques de la protection incendie

Il faut connaître précisément les différentes phases du déroulement d'un incendie pour pouvoir entreprendre des mesures judicieuses en matière de protection incendie d'un bâtiment.

Le feu couvant se transforme en un incendie avec des flammes lorsqu'un matériau échauffé s'enflamme. On appelle «début d'incendie» un feu de flammes dont l'étendue est limitée. Le type et l'intensité de la source d'inflammation et des matériaux impliqués déterminent la vitesse à laquelle le feu se développe. Des points de chaleur à peine visibles entretiennent le feu couvant. Si après un certain temps le feu saisit une plus grande quantité de substances combustibles, la quantité de chaleur libérée et la température augmentent de façon exponentielle. Dans des cas peu favorables, un mélange d'air et de gaz, de vapeurs ou de poussières combustibles peut provoquer un incendie explosif, contrairement à ce qui se

passé dans le cas d'un feu qui se développe lentement. Si la température continue à augmenter, une gazéification massive des substances combustibles provoque la formation de flammes étendues. C'est ainsi qu'un début d'incendie se transforme en un feu généralisé. La chance de maîtriser l'incendie est meilleure avant l'entrée en scène du flash-over. Dans le cas contraire, une destruction totale est généralement inéluctable. S'il y a suffisamment d'oxygène, le feu généralisé continue à se développer en fonction de la quantité et de la disposition des matériaux combustibles. La performance du feu diminue seulement une fois que la réserve de combustibles est épuisée (feu généralisé qui dépend des matériaux). En cas d'amenée d'air limitée, le feu peut éventuellement être éteint; dans ces circonstances, une nouvelle amène d'air soudaine provoquerait une nouvelle flambée immédiate (feu généralisé qui dépend de l'air). (Zürcher & Frank, 2010)

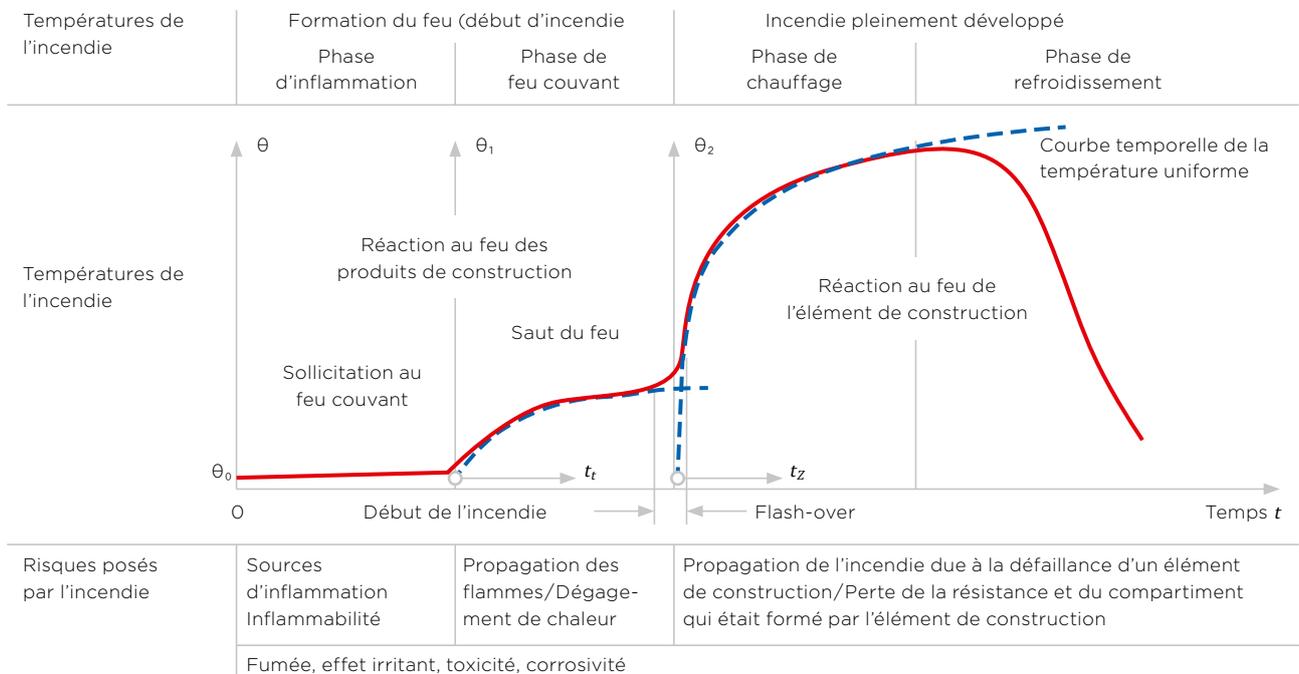


Illustration 1: évolution d'un incendie naturel normal (Zürcher & Frank, 2010)

Le comportement du plâtre en cas d'incendie

Les plaques Rigips® sont fabriquées à partir de plâtre, un produit naturel. Le plâtre contient des particules d'eau qui se lient dans les cristaux et qui font office d'«eau d'extinction» en cas d'incendie. Grâce à la vapeur d'eau émise, la température des surfaces à protéger ne peut pas dépasser les 100°C tant qu'il y a formation de vapeur d'eau. En partant du principe que la part moyenne de l'eau liée dans les cristaux est de 21% par mètre carré, un panneau antifeu Rigips® de 20 mm d'épaisseur contient plus de 4 litres d'«eau d'extinction». En outre, une fois vidé de son eau, le plâtre agit comme un isolant parce que sa conductivité thermique diminue au fur et à mesure que sa teneur en eau baisse.

Prescriptions et directives

Les prescriptions suisses de protection incendie émises par l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie AEAI constituent la base légale pour la protection incendie en Suisse. La norme de protection incendie et les directives établies sur cette norme servent de base pour la définition des termes et la classification des matériaux et des éléments de construction. En tant qu'autorité suprême en Suisse en matière de protection incendie, l'AEAI délivre les homologations de protection incendie des différents systèmes en fonction de leur type d'application.

Durant la phase de planification déjà, les édifices doivent être conçus de telle sorte qu'ils garantissent une sécurité optimale en cas d'incendie. Et cela doit se faire au moyen d'un concept de protection incendie économiquement supportable. En principe, les bâtiments et autres constructions, y compris les équipements d'entreprises, doivent être construits, exploités et entretenus de sorte à

- garantir la sécurité des habitants ou des utilisateurs,
- prévenir la formation d'incendies et d'explosions et limiter la propagation des flammes, de la chaleur et de la fumée,
- maintenir la résistance pendant un laps de temps déterminé,
- permettre une lutte efficace contre l'incendie, en prenant en considération la sécurité des équipes de secours et en réduisant au minimum la charge environnementale. (AEAI, 2017)

Classification des matériaux de construction

Les éléments déterminants pour l'évaluation technique de la protection incendie des matériaux de construction sont le caractère combustible, le dégagement de fumée et la formation de gouttelettes.

Matériaux de construction combustibles

Les matériaux de construction facilement combustibles sont les matériaux qui s'enflamment à l'air ambiant, à la flamme d'une allumette, et qui se consomment rapidement et de façon autonome, sans apport de chaleur supplémentaire.

Les matériaux de construction moyennement combustibles sont les matériaux qui continuent à brûler assez longtemps, sans apport de chaleur supplémentaire, après s'être enflammés à l'air ambiant.

Les matériaux de construction qui sont difficilement inflammables sous l'influence du feu et de la chaleur, qui ne se consomment que lentement et seulement avec un apport de chaleur supplémentaire, sont définis comme difficilement combustibles. Avec ces matériaux de

construction, les flammes doivent s'éteindre rapidement et le feu doit cesser de couvrir lorsque la source de chaleur disparaît.

Matériaux de construction non combustibles

Les matériaux de construction non combustibles sont les matériaux ininflammables, qui ne charbonnent pas et qui ne se réduisent pas en cendres. Les matériaux de construction comprenant des composants combustibles en très faible quantité peuvent également être considérés comme incombustibles.

Avec les prescriptions de protection incendie actuelles, la structure, qui jusqu'ici manquait de lisibilité, ainsi que la quantité d'indicateurs qui s'appliquent aux incendies et décrivent les propriétés des produits de construction ont été simplifiées. L'assortiment de plaques Rigips® tombe désormais en majeure partie dans le groupe de comportement au feu RF1 (abréviation de «réaction au feu»), ce qui correspond aux produits sans contribution au feu. (Zürcher & Frank, 2010)

Nom du produit / Norme applicable au produit	Conditions techniques	Groupe de comportement au feu
OSB	Plaques en longs copeaux étroits et orientés	RF3
Panneau aggloméré	Panneaux agglomérés	RF3
Contreplaqué	Plaques contreplaquées	RF3
Panneau aggloméré à base de ciment	Densité apparente $\geq 1200 \text{ kg/m}^3$ Épaisseur $\geq 10 \text{ mm}$ Teneur en ciment ≥ 75 pour cent en poids	RF1
Plaque de plâtre/SN EN 520 Papier/SN EN ISO 536	Densité $\geq 800 \text{ kg/m}^3$ Épaisseur de plaque $\geq 6.5 \text{ mm}$ Poids du papier $\leq 220 \text{ g/m}^2$ ($\leq 5\%$ d'additif organique)	RF1

RF1

Groupe de comportement au feu des matériaux de construction sans contribution au feu

RF2

Groupe de comportement au feu des matériaux de construction avec faible contribution au feu

RF3

Groupe de comportement au feu des matériaux de construction avec contribution admise au feu

Illustration 2: matériaux de construction généralement reconnus, qui sont affectés à des groupes de comportement au feu (AEAI, 2017)

Classification des éléments de construction

Pour la plupart des systèmes Rigips®, il est important qu'ils puissent assurer leur fonction pendant un certain temps sous l'influence d'un incendie, jusqu'à une certaine température. Le comportement au feu des éléments de construction est caractérisé en particulier par la durée de résistance au feu.

En Suisse, la résistance au feu des éléments de construction est classée selon la norme EN 13501-2 ou selon l'AEAI.

Application des éléments de construction	Classification selon l'AEAI	Klassifizierung nach EN 13501-2
Élément porteurs	F	R
Éléments porteurs ayant une fonction de compartimentage	F	REI
Éléments non porteurs ayant une fonction de compartimentage	F	EI
Fermetures étanches à la fumée et aux flammes	R	E
Clapets coupe-feu	K	EI
Obturations	S	EI

Tableau 1: classification des éléments de construction selon la norme EN et l'AEAI (Zürcher & Frank, 2010)

La classification selon la norme EN se base sur les déterminations et définitions suivantes.

Signification de l'abréviation	Critère	Domaine d'application
R (Résistance)	Résistance	Description de la capacité de résistance au feu
E (Étanchéité)	Étanchéité	
I (Isolation)	Isolation thermique (en cas d'incendie)	
W (Radiation)	Limitation du passage du rayonnement	
M (Mechanical)	Contrainte mécanique sur les cloisons (contrainte due à un choc)	
S (smoke)	Limitation de l'étanchéité à la fumée (étanchéité, taux de fuite), aussi bien à température ambiante qu'à 200°C	Portes de protection contre la fumée, systèmes d'aération, y compris clapets
C (closing)	Fermeture automatique, y compris fonctionnement de longue durée	Fermetures coupe-feu mobiles
K	Capacité de protection contre l'incendie	Revêtements de cloisons et de plafonds
i → o i < o i ↔ o	Direction de la durée de résistance au feu classée	Cloisons non portantes, gaines techniques/canaux d'installations, systèmes et clapets d'aération
a → b a < b a ↔ b	Direction de la durée de résistance au feu classée	Sous-plafonds
v _e h _o	Pour montage vertical/horizontal	Conduits/Clapets d'aération

Tableau 2: explication des abréviations selon EN 13501-2 (Zürcher & Frank, 2010)

Produits de construction et systèmes de construction bénéficiant d'une reconnaissance générale

Les produits de construction et systèmes sans certificat de protection incendie AEAI peuvent être utilisés (attestation d'utilisation dans des cas particuliers) tant que leur aptitude à l'emploi est certifiée par l'état de la technique, sur la base de résultats d'essais ou de calculs selon des procédures reconnues.

En principe, les systèmes Rigips® sont testés selon les conditions d'essai correspondantes pour déterminer leur résistance au feu, et ils sont classés sur la base des normes européennes. Cependant, il existe des constructions de normes pour les systèmes de construction à sec (construction légère en bois et en acier) qui sont définies dans les normes DIN 4102-4 et SIA 1363-1. Celles-ci peuvent être utilisés sans autres essais au feu et certifications.

Les produits de construction généralement reconnus par l'AEAI ont une certaine réserve, ce qui a pour conséquence une robustesse sur le plan de la protection incen-

die. Les plaques de plâtre, les plaques de plâtre fibrées et les carreaux de plâtre Rigips® comptent également parmi les panneaux antifeu. Les panneaux antifeu sont utilisés par exemple sur un pilier en bois dimensionné pour les contraintes à une température normale, afin de garantir la résistance du pilier pendant toute la durée de la résistance au feu de le panneau antifeu. Ou alors, elles sont utilisées des deux côtés sur un élément de construction dimensionné pour les contraintes à une température normale (par ex. le plafond), afin de garantir la fonction portante et formant un compartiment coupe-feu. En général, les plaques anti-feu doivent être appliquées de tous les côtés (pour les éléments de construction linéaires, par ex. les piliers), respectivement des deux côtés (pour les éléments à surface plane, par ex. les cloisons) pour assurer la résistance au feu d'un élément de construction. Le fait de disposer un panneau antifeu d'un seul côté ne suffit pas pour garantir la conception d'un élément de construction formant un compartiment coupe-feu (EI). Pour une utilisation dans la structure du sol, les panneaux antifeu doivent être posés à pleine surface sur un support approprié.

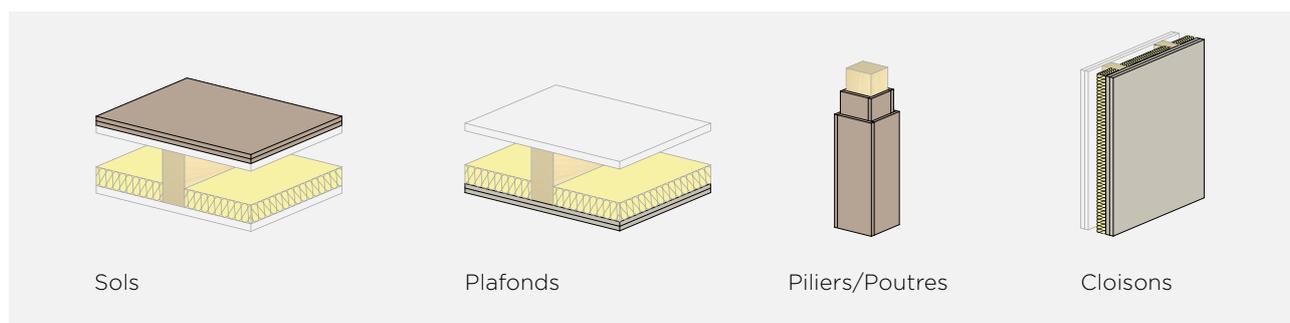


Illustration 3: éléments de construction avec parement panneaux antifeu (Lignum, 2015)

Les directives d'utilisation et de mise en œuvre de Rigips® SA doivent être respectées dans le cadre de l'utilisation des plaques anti-feu. Le tableau ci-dessous montre l'épaisseur du revêtement exigée pour une durée de résistance au feu de 30, 60 et 90 minutes.

Durée de résistance au feu [minutes]	Épaisseur minimale du revêtement [mm]			Groupe de comportement au feu	Résistant à la chaleur continue
	30	60	90		
Plaques à base de mica expansé (densité apparente > 700 kg/m ³)	22	30	40	RF1	Oui
Plaques de plâtre	18	2×15	3×15	RF1	—
Carreaux de plâtre	25	40	2×25	RF1	—
Plaques de plâtre fibrées, homogènes (densité apparente > 800 kg/m ³)	18	2×12.5	3×12.5	RF1	—
Plaque à base de bois (densité apparente > 580 kg/m ³)	30	—	—	RF3	—
Plaques de fibrociment et silicate de calcium (densité apparente > 450 kg/m ³)	20	30	40	RF1	Oui
Béton léger, béton cellulaire, argile expansé	40	40	40	RF1	Oui
Chapes à base de sulfate de calcium	20	30	50	RF1	—
Chapes à base de ciment	20	30	50	RF1	Oui
Panneaux agglomérés à base de ciment (densité apparente > 1200 kg/m ³ , teneur en ciment > 75% pour cent en poids)	20	30	40G	RF1	Oui

Tableau 3: panneaux antifeu selon «Produits de construction bénéficiant d'une reconnaissance générale» (AEAI, 2017)

Il est également possible d'utiliser le mortier de plâtre et les masses à jointoyer Rigips® conformément au tableau suivant pour atteindre une durée de résistance au feu déterminée. Par exemple en cas d'assainissement de bâtiments existants, pour les éléments de construction recouverts de crépi ou de mortier, où aucune classification de résistance au feu n'est possible.

Durée de résistance au feu [minutes]	Épaisseur minimale du crépi [mm]		
	30	60	90
Mortier de chaux, de ciment et de plâtre	20	30	50
Crépis de fibres minérales, crépis à projeter	20	30	45
Mortier de perlite et de vermiculite	20	25	35

Tableau 4: crépis selon «Produits de construction bénéficiant d'une reconnaissance générale» (AEAI, 2017)

Le critère de capsule

La classe de capsule K_230 respectivement K_260 constitue le critère de performance pour le revêtement anti-feu, surtout dans les secteurs comme les issues de secours et les cages d'escaliers dans les constructions en bois. Avec les exigences supplémentaires en matière de capsule, la partie d'ouvrage dans son ensemble peut être décrite comme non combustible. La différence avec les revêtements traditionnels avec panneaux antifeu réside dans le fait que la capsule empêche l'incendie d'avoir une influence sur l'élément de construction combustible (visible par ex. par la carbonisation de la surface de l'élément de construction combustible) pour une durée donnée. La contribution au feu est donc différée, et les fonctions statiques restent garanties pour un certain laps de temps. Les parties d'ouvrage RF1 comprennent les constructions en matériaux de construction RF1 ainsi que les construc-

tions multicouches résistantes au feu avec des segments combustibles si la partie d'ouvrage est revêtue de matériaux de construction RF1 sur tous les côtés. Les espaces intermédiaires doivent en outre être remplis de matériaux de construction RF1 sans espaces vides. Les parements de la classe d'incendie RF1 doivent fournir une certification supplémentaire pour l'effet de capsule pour une utilisation dans les parties d'ouvrage RF1. Pour les parties d'ouvrage RF1 avec une durée de résistance au feu de 30 minutes, la certification apportée – conditionnée par l'exigence minimale envers le revêtement anti-feu de 30 minutes – est celle qui s'applique à l'élément de construction dans son ensemble. Cela correspond à la systématique d'un parement avec des panneaux antifeu, auquel cas l'élément de construction en bois peut être dimensionné pour une température normale. (Lignum, 2015)

Classe de résistance au feu	Parties d'ouvrage RF1 Durée de résistance au feu 30 minutes	Parties d'ouvrage RF1 Durée de résistance au feu 60 minutes	Parties d'ouvrage RF1 Durée de résistance au feu 90 minutes
Parties d'ouvrage à surface plane	Parties d'ouvrage portantes et/ou pare-feu		
Parties d'ouvrage linéaires	Parties d'ouvrage portantes et/ou pare-feu		
Revêtement anti-feu	Au moins K 30-RF1	Au moins K 30-RF1	Au moins K 60-RF1

Tableau 5: parties d'ouvrage RF1 avec capsule (Lignum, 2015)

Avec des panneaux antifeu, l'augmentation de la température du côté qui n'est pas exposé au feu est limitée à $\Delta T_{MW} = 250^\circ\text{C}$ et $\Delta T_{max} = 270^\circ\text{C}$. Et avec des éléments de construction formant un compartiment coupe-feu, elle est limitée à $\Delta T_{MW} = 140^\circ\text{C}$ et $\Delta T_{max} = 180^\circ\text{C}$.

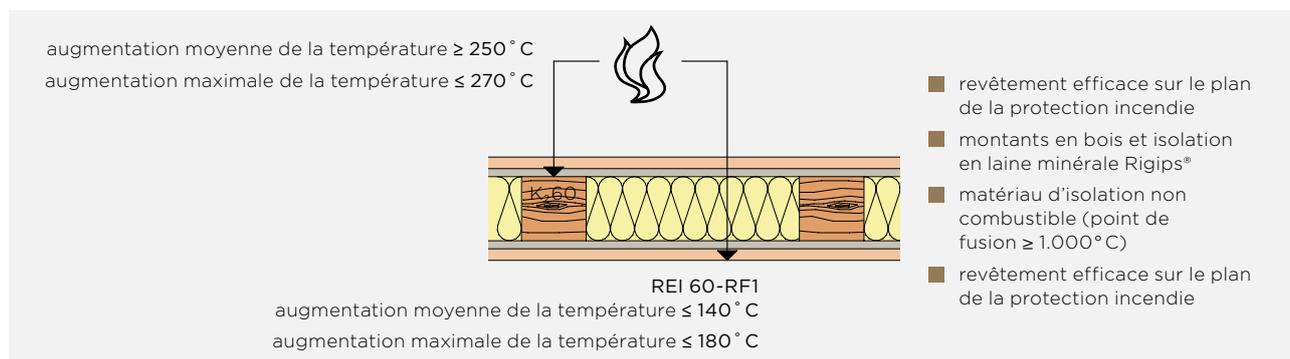


Illustration 4: critères de température pour les revêtements et les parties d'ouvrage

Vérification de la sécurité structurale

Pour les systèmes de cloisons Rigips®, où la hauteur de montage correspond à la hauteur testée en cas d'incendie y compris le domaine d'application direct, la résistance à l'effondrement minimale exigée est considérée comme étant reconnue. Cependant, si la hauteur de montage dépasse la hauteur testée (y compris le domaine d'application direct), une certification séparée pour la résistance à l'effondrement minimale exigée est nécessaire selon les directives de protection incendie de l'AEAI. En outre, la résistance à l'effondrement minimale exigée ne suffit généralement pas dans la pratique. Il faut donc prendre en considération quelques points supplémentaires pour l'utilisation des systèmes de cloisons Rigips®.

Hauteur de cloison – dimensionnement dans le cas normal

Notions de base de Rigips SA:

- Flexion maximale pour les hauteurs de cloisons $h \leq 4.00$ m sur $f \leq h/200$
- Flexion maximale pour les hauteurs de cloisons $h > 4.00$ m sur $f \leq h/350$
- Flexion maximale pour les hauteurs de cloisons avec des revêtements de cloisons sensibles à la déformation $f \leq h/500$
- Charge linéaire: 0.5 kN/m pour le domaine de pose 1; 1.0 kN/m pour le domaine de pose 2
- Moment de console: 210 Nmm/mm (70 kg \times 0.3 m)
- Charge de surface de référence: 0.285 kN/m²

La charge de surface de référence de 0.2 kN/m² exigée selon les directives AEA1 pour le dimensionnement à froid pour la résistance à l'effondrement des cloisons sur ossature Rigips® en cas d'incendie est donc conforme.

L'absorption de charges et les directives quant aux déformations prises en considération par Rigips SA sont donc déterminantes pour les hauteurs de cloisons. Les conditions générales suivantes en matière de construction doivent également être prises en considération:

- sous-structure en profilés montants métalliques Rigips® avec une épaisseur de tôle nominale de 0.6 mm et une limite d'élasticité minimale de 240 N/mm²
- parement avec plaques de plâtre et plaques de plâtre fibrées Rigips®, avec un décalage des joints transversaux de 400 mm et un jointoyage dans toutes les couches de plaques

- fixation avec les vis rapides Rigips®, diamètre nominal ≥ 3.5 mm, écart entre les vis de 250 mm dans la couche de plaques supérieure et de 750 mm dans la couche de plaques inférieure

- hauteurs des cloisons jusqu'à 12.00 m au maximum

Il est aussi possible d'exécuter en option une ossature double «dos à dos» avec un entraxe double en guise d'alternative à l'écart indiqué entre montants simples pour les doublages et les cloisons de séparation. Par exemple, les montants «dos à dos» avec $e = 625$ mm au lieu des montants simples avec $e = 312.5$ mm. Dans cette situation, le parement doit être fixé dans tous les profilés pour montants. (IGG, 2016)

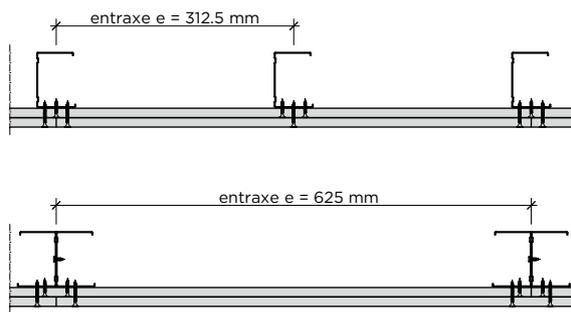


Illustration 5: exécution de la sous-structure «dos à dos» (source: IGG 8)

Le plus important en bref



Comme une eau d'extinction

L'eau contenue dans les cristaux de plâtre fait office d'«eau d'extinction» en cas d'incendie

Sans contribution au feu

Les plaques de plâtre Rigips® correspondent au groupe de comportement au feu RF 1 - matériaux de construction sans contribution au feu

Non combustibles

Avec les plaques de plâtre Rigips®, les éléments de construction combustibles sont modifiés en des éléments de construction non combustibles

Exigences statiques

Les constructions de cloisons Rigips® remplissent toutes les exigences en matière de statique, même en cas d'incendie

Isolation acoustique

Bases théoriques de l'isolation acoustique

Nous sommes constamment entourés de bruits. Les sources de bruit comme le trafic ou les machines de chantier, mais également les activités à l'intérieur d'un bâtiment, ont souvent un effet dérangent sur nous et font l'objet de réclamations. Le bruit est un son excessif qui peut compromettre le bien-être d'une personne. C'est particulièrement le cas lorsque nous sommes dérangés entre nos propres murs. En cas d'exposition à des nuisances trop élevées sur notre place de travail, notre capacité de concentration est compromise.

Si l'importance accordée à l'isolation acoustique n'est pas suffisante, ou si elle est négligée pour des raisons de coûts, cela provoquera non seulement une diminution de la qualité de vie et de travail, mais aussi – et toujours – une diminution de la valeur du bien immobilier. Il n'est souvent plus possible d'appliquer des mesures d'insonorisation ultérieures, ou alors leur mise en œuvre se fait à un coût excessif. C'est la raison pour laquelle une isolation acoustique optimale fait partie intégrante de la planification.

La tâche de l'isolation acoustique consiste à protéger l'utilisateur d'une pièce d'émissions sonores trop élevées si du bruit est produit dans la pièce voisine. Selon l'affectation des lieux, le niveau sonore issu de la «pièce bruyante» peut être très différent; mais dans la pièce voisine, le son devrait à peu près toujours atteindre le même niveau sonore maximum. C'est la raison pour laquelle les exigences en matière d'isolation acoustique des cloisons et des plafonds entre deux pièces sont différentes en fonction de l'affectation des lieux.

Transmission du son

Par «son», on comprend les vibrations et ondes mécaniques d'un milieu élastique, en particulier dans la plage d'audibilité de l'être humain qui couvre environ 16 à 20'000 Hz.

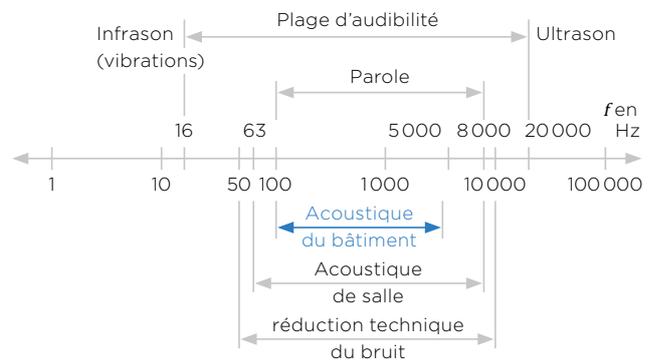


Illustration 6: plage de fréquence acoustique

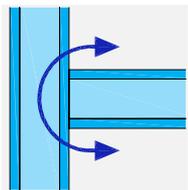
Le son se propage dans un milieu sous la forme d'une onde sonore. Selon le milieu qui transmet le son, la SIA 181 fait une différence entre le bruit aérien, le son solidien et le bruit de choc.

	Bruit aérien	C'est le bruit qui se propage dans l'air par la vibration de particules (ondes sonores).
	Son solidien et bruit de choc	C'est le bruit provoqué par les pas et autres bruits de coups sur une cloison, un plafond, des escaliers, etc., et qui se transmet ensuite par la construction et comme bruit aérien.

Transmission indirecte

La transmission du bruit aérien entre deux locaux contigus ne se limite pas aux éléments de construction qui les séparent. Le son est également transmis par des voies indirectes, comme par exemple les éléments de construction adjacents, les défauts d'étanchéité, les systèmes d'aération, les conduites, etc. La transmission longitudinale dépend du type de l'élément de construction séparateur et de la manière dont il est lié aux éléments de construction adjacents.

La conduction du son par les éléments de construction attenants, c'est-à-dire adjacents, est la forme la plus importante de transmission indirecte. Ici aussi, les ondes sonores se poursuivent et provoquent un rayonnement du son dans le local voisin. C'est la raison pour laquelle il faut aussi prendre en considération cette transmission longitudinale par les éléments de construction adjacents, en plus de la transmission du son par l'élément de construction séparateur.



Transmission indirecte du bruit aérien

Part de la transmission du bruit aérien entre les locaux qui ne passe pas par les éléments de construction séparant ces locaux, mais proportionnellement ou entièrement par les éléments de construction adjacents (plafonds, cloisons, etc.).

Isolation acoustique

L'isolation acoustique est une mesure de séparation acoustique entre différents locaux, contre les bruits non désirés émanant des locaux voisins ou de l'extérieur.

Si la transmission du son se fait uniquement par l'élément de construction séparateur sans transmission indirecte, on parle alors d'indice d'affaiblissement acoustique R de cet élément de construction. L'indice d'affaiblissement acoustique R dépend de la fréquence du son incident et est mesuré dans la plage de fréquence entre 100 et 5'000 Hz selon EN ISO 140.

L'isolation acoustique entre les locaux d'un bâtiment est déterminée par tous les éléments de construction impliqués dans la transmission du son. Parmi ces éléments, on peut citer les cloisons et les plafonds en tant qu'éléments de construction séparateurs et adjacents, mais aussi les gaines et les conduites ainsi que les défauts d'étanchéité et la conduction de son solidien. C'est la raison pour laquelle l'indice d'affaiblissement acoustique apparent R' est utilisé comme donnée caractéristique de l'élément de séparation - mesurée sur chantier.

Éléments de construction à parement simple

Les éléments de construction à parement simple vibrent comme un tout. L'isolation acoustique des éléments de construction épais, à parement simple et homogènes (par ex. une cloison massive Alba®), dépend en premier lieu de leur masse surfacique. Plus un tel élément de construction est lourd, plus l'isolation acoustique est élevée. La «loi de masse théorique» stipule que pour une fréquence f constante, l'isolation acoustique augmente de 6 dB si le poids est doublé.

Cependant, une dégradation du comportement d'isolation acoustique se manifeste au sein d'une certaine plage de fréquence. La fréquence la plus faible à laquelle le phénomène décrit se manifeste pour un élément de construction s'appelle la fréquence limite de coïncidence f_g . La diminution de l'isolation acoustique est particulièrement élevée autour de cette fréquence limite de coïncidence.

Comme déjà mentionné, la fréquence limite de coïncidence f_g d'un parement simple dépend de la masse surfacique et de la rigidité à la flexion. Pour les éléments de construction rigides et moyennement lourds (par ex. les cloisons massives Alba®), cette fréquence se situe entre 100 et 300 Hz. Pour les éléments de construction légers et souples (par ex. les doublages Alba® et Rigips®), elle se situe au-dessus d'environ 2'500 Hz.

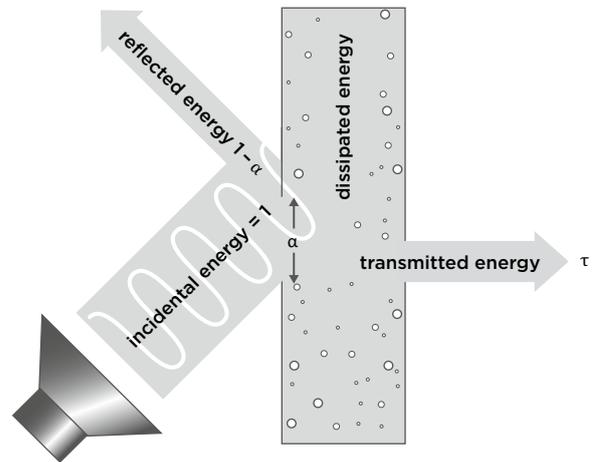


Illustration 7: voies de transmission de l'énergie avec une isolation au bruit aérien

Le facteur de transmission τ (tau) nous donne le rapport de l'énergie acoustique transmise sur l'énergie acoustique totale incidente.

$$\tau = \frac{\text{énergie transmise}}{\text{énergie totale}} [-]$$

Le rapport entre τ et l'indice d'affaiblissement acoustique R est exprimé comme suit:

$$R = 10 \lg \frac{1}{\tau}$$

Étant donné qu'il s'agit d'une fonction logarithmique de base 10, si la transmission τ diminue d'un dixième, l'indice d'affaiblissement acoustique R s'améliore de 10 dB.

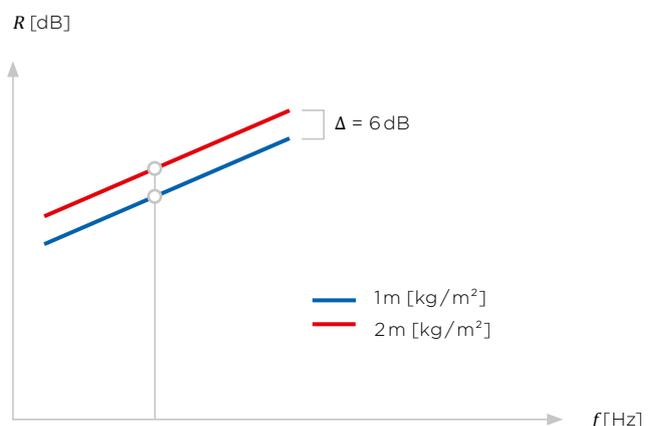


Illustration 8: augmentation de l'isolation acoustique en fonction de l'augmentation de la masse

Éléments de construction à parement double

Ce mode de construction est habituel aussi bien dans la construction légère que dans l'aménagement intérieur en construction à sec. Dans le cas des éléments de construction à parement double, deux parements vibrants sont disposés l'un derrière l'autre avec un écart et couplés au moyen d'un raccord souple. Grâce à ce couplage, un élément de construction à parement double peut être conçu comme un système «masse-ressort-masse». L'air emprisonné dans l'espace vide, les matériaux isolants comprimés intégrés et les éléments de raccord agissent comme un ressort. Avec cette solution, les possibilités d'influence sur l'isolation acoustique de l'élément de construction sont donc multiples, contrairement à la situation avec les éléments de construction à parement simple.

L'énergie acoustique qui rencontre le premier des deux parements de l'élément de construction est transmise sur le deuxième parement, et rayonne depuis là dans l'espace voisin. La transmission se fait en partie sous forme de bruit aérien par l'espace vide, et en partie comme son solidien par les éléments de raccord (par ex. la sous-construction) et les liaisons non planifiées (ponts phoniques par le mortier, les impuretés, etc.).

Le système présente deux fréquences de résonance en raison de ce système «masse-ressort-masse»:

- f_0 est la fréquence de résonance de tout le système «masse-ressort-masse»
- f_g est la fréquence limite de coïncidence du parement simple

Le système est optimisé par le fait que ces deux fréquences se situent en dehors de la plage de mesure en acoustique du bâtiment. Avec ce principe, les constructions légères et minces peuvent atteindre un indice d'affaiblissement acoustique nettement plus élevé que ce qui serait possible avec des éléments de construction à parement simple.

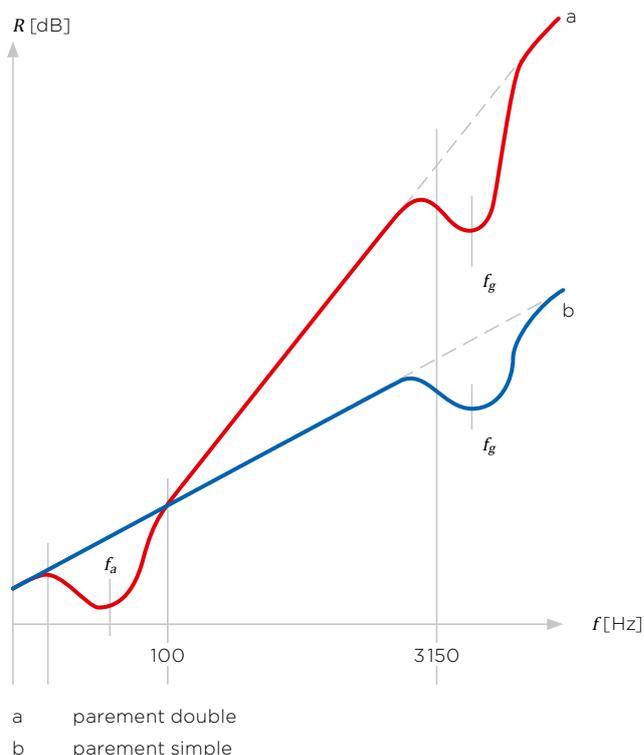


Illustration 9: indices théoriques d'affaiblissement acoustique et situation idéale des fréquences de résonance

Certification de l'isolation au bruit aérien selon SIA 181

En Suisse, la norme SIA 181 règle la protection contre le bruit entre les différentes unités d'un bâtiment. La différence de niveau sonore adaptée au spectre et corrigée en fonction du volume $D_{i,d}$ est utilisée pour mesurer la protection contre le bruit aérien de l'intérieur. Pour une estimation en cas de sources internes, la condition suivante doit être vérifiée:

$$D_{i,d} \geq D_i$$

La valeur exigée D_i est indiquée dans la SIA 181 selon l'exposition au bruit et la sensibilité au bruit. L'annexe G de la SIA 181 contient des recommandations supplémentaires pour les éléments de séparation au sein d'une unité d'un bâtiment selon l'affectation des lieux. Ces recommandations constituent une aide pour le planificateur et une base pour les dispositions contractuelles correspondantes. Elles contiennent deux niveaux. Le niveau 1 garantit une isolation acoustique qui peut empêcher uniquement les perturbations importantes. Le niveau 2 offre une isolation acoustique permettant d'assurer le confort acoustique de la majeure partie des utilisateurs d'un bâtiment.

La différence de niveau sonore projetée $D_{i,d}$ est définie par l'équation suivante:

$$D_{i,d} = D_{nT,w} + C - C_v - K_p$$

La protection contre le bruit aérien est décrite par la différence de niveau sonore standard pondérée $D_{nT,w}$ entre la pièce d'émission et la pièce de réception.

La différence de niveau sonore standard D_{nT} est définie comme suit (EN ISO 140-4):

$$D_{nT,w} = R'_w + \Delta L_{LS} = R_w - K_F + \Delta L_{LS}$$

La différence de niveau sonore peut donc être calculée de la manière suivante:

$$D_{i,d} = R_w - K_F + \Delta L_{LS} + C - C_v - K_p$$

R_w [dB]	Indice d'affaiblissement acoustique pondéré
R'_w [dB]	Indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré
K_F [dB]	Supplément pour la transmission indirecte
ΔL_{LS} [dB]	Correction de niveau de bruit aérien
C [dB]	Indice de correction de spectre
C_v [dB]	Correction liée au volume
K_p [dB]	Supplément de projection

Affectation	Local 1 ¹	Local 2 ¹	Recommandation son aérien	
			Niveau 1	Niveau 2
Habitat	Sommeil	Sommeil	40	45
	Sommeil	Habitat	40	45
	Sommeil	Salles d'eau	40	45
	Sommeil	Travail	40	45
Bureaux	Bureaux	Bureaux	35	40
	Bureaux	Séance	40	45
	Bureaux	Direction	45	50
	Corridor	Bureaux	30	35
	Séance	Direction	45	50
	Corridor	Direction	35	40
	Séance	Séance	40	45
	Corridor	Séance	30	35
École	Classe	Classe	45	50
	Corridor	Classe	35	40
	Salle de musique	Classe	55	60
	Salle de musique	Salle de musique	55	60
	Travaux manuels	Classe	50	55
	Travaux manuels	Travaux manuels	45	50
	Hôtel	Chambres	Chambres	50
	Corridor	Chambres	40	45
	Chambres	Exploitation	55	60
Maison de retraite, hôpital	Chambres	Chambres	50	55
	Corridor	Chambres	30	35
Locaux destinés aux contacts sociaux ²	Chambres	Chambres	50	55
	Chambres	Corridor	35	40

¹ Recommandations pour les locaux sans influence des portes et escaliers ouverts (mesure avec doublages).

² Locaux entre lesquels il ne doit y avoir aucune intelligibilité de la parole (par ex. cabinet ou bureau d'aide sociale).

Tableau 6: recommandations pour la valeur exigée D_i selon (SIA, 2006)

Isolation acoustique avec les systèmes de cloisons de séparation Rigips®

Lors de la conception de l'isolation acoustique d'une construction, c'est au planificateur de décider s'il calcule l'atténuation acoustique nécessaire à partir de l'isolation acoustique, ou inversement, l'isolation acoustique qui résulte de l'atténuation acoustique nécessaire.

Non seulement les conditions de test normées (dispositifs d'essai, technique de mesure) sont sans cesse optimisées, mais en plus, les produits de construction importants ont été sans cesse améliorés. Cela concerne aussi bien les plaques de plâtre Rigips® que les profilés et les matériaux isolants. En outre, les matériaux des éléments de construction adjacents ont changé, ce qui nécessite un changement de perspective.

Il est possible d'atteindre des valeurs d'isolation acoustique plus élevées avec des carreaux de plâtre spéciaux pour les constructions isolantes contre le bruit (optimisation en rapport, souplesse en rapport avec la masse des plaques). Ces cloisons ont aussi un comportement linéaire dans les basses fréquences, parce qu'il n'y a pas de résonance avec une construction massive.

Les cloisons à montants métalliques peuvent être mises en œuvre pour atteindre des objectifs variés en matière d'acoustique du bâtiment. Grâce au système «masse-resort-masse», ces cloisons ont une valeur de l'affaiblissement acoustique particulièrement élevée, surtout dans la plage des hautes fréquences. Il existe des plaques de plâtre spéciales optimisées pour l'isolation acoustique, comme la Rigips® Duo'Tech. Elles permettent de disperser une plus grande quantité d'énergie acoustique, ce qui a pour conséquence une amélioration de la performance globale de la cloison.

L'indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w ainsi que les indices de correction de spectre C et C_{tr} sont indiqués pour chaque système de cloisons de séparation Rigips®.

Tous les systèmes de cloisons de séparation Alba® et Rigips® présentent l'avantage – en plus des plaques optimisées en matière d'isolation acoustique – de réduire à un minimum la transmission indirecte grâce à des raccords spécialement conçus.

L'indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w avec les indices de correction de spectre C et C_{tr}

Étant donné que l'indice d'affaiblissement acoustique est déterminé de manière graduelle en fonction de la fréquence sur la plage de hauteurs de son de 100 à 5'000 Hz, il a fallu établir une méthode d'évaluation qui puisse décrire de manière suffisante, et avec un seul chiffre, la qualité acoustique d'un élément de séparation. Avec cette méthode d'évaluation, une courbe d'évaluation est tracée – selon des règles établies précisément – au-dessus de la courbe de mesure. Le point d'intersection avec la courbe d'évaluation ainsi reportée donne à 500 Hz l'«indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré» R'_w en dB, caractérisé par une seule valeur. Plus l'indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré est élevé, plus l'isolation acoustique sera bonne.

Les indices de correction de spectre C et C_{tr} sont des valeurs en décibels qui doivent être ajoutées à la valeur singulière R_w . Cela permet de prendre en considération les particularités des spectres sonores spécifiques de différentes sources de bruits, comme par exemple le bruit de la rue ou de l'intérieur du bâtiment. Les données des indices de correction de spectre C et C_{tr} sont indiquées entre parenthèses après l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w . L'indice de correction C émane d'un effet sonore avec un spectre de répartition de fréquence assez régulier, tandis que la valeur C_{tr} prend en considération le spectre, qui présente d'importantes sonorités graves. Comme par exemple le bruit du trafic routier (« tr » pour «trafic»). Les indices de correction C et C_{tr} sont généralement des chiffres négatifs. Ils réduisent donc l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w . Les petits chiffres caractérisent un comportement avantageux, tandis que les grands chiffres caractérisent un comportement moins avantageux en termes de performance d'isolation acoustique. Ainsi, par exemple, $C = -3$ dB est une meilleure valeur que -5 dB.

Selon SIA 181 «Protection contre le bruit dans le bâtiment», il faut obligatoirement prendre en considération la perception auditive par les indices de correction de spectre lors de l'évaluation des nuisances sonores, et donc:

- avec C_{tr} pour la protection contre le bruit aérien émanant de sources extérieures ou des basses fréquences de la musique;
- avec C pour la protection contre le bruit aérien émanant de sources intérieures;
- avec $C_{tr50-3150}$ pour la protection contre le bruit aérien (évaluation à partir de 50 Hz), entre autres pour les discothèques et les entreprises de production spéciales avec activité nocturne.

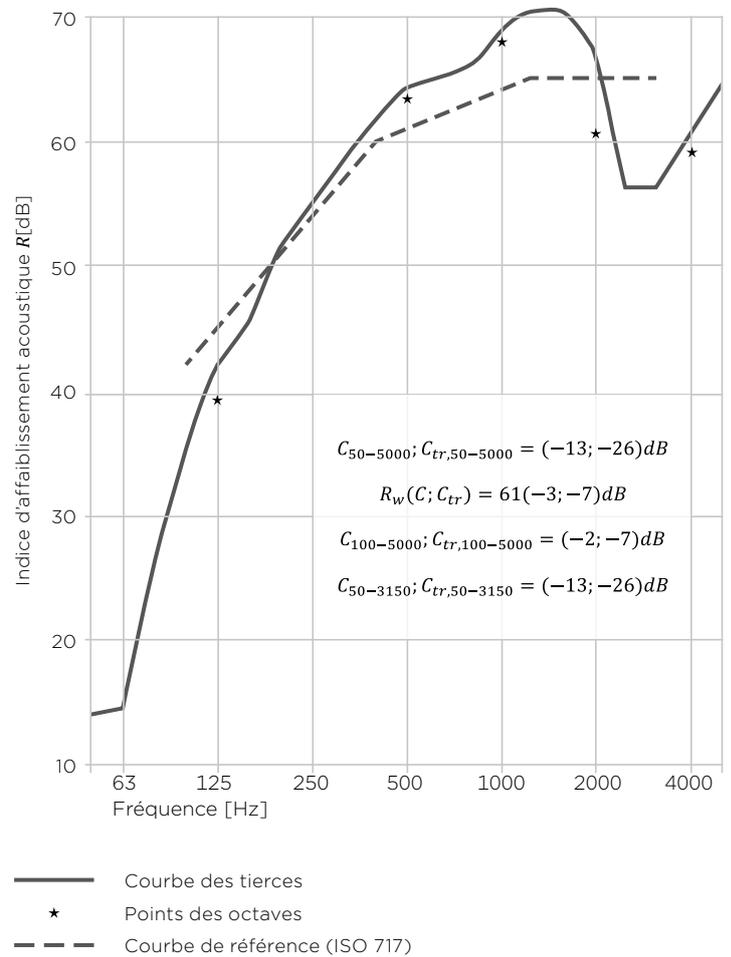


Illustration 10: exemple d'évaluation de l'indice d'affaiblissement acoustique pour une cloison de séparation Rigips® à parement double CW75/125 avec Habito®

Définition de l'isolation acoustique nécessaire $R_w + C$

L'entreprise Rigips SA met à disposition le logiciel «Rigips® Calc» pour le dimensionnement des éléments de construction avec les raccords respectifs. Cela permet d'élaborer des solutions qui correspondent aux exigences en matière d'isolation acoustique.

Dans la plupart des cas, le tableau suivant peut servir de référence pour un pré-dimensionnement. Ce tableau indique la valeur de calcul $R_w + C$ minimale qu'une cloison de séparation doit présenter pour couvrir la valeur exigée D_i . Les valeurs sont calculées pour un exemple de cloison aux dimensions définies et avec quelques configurations de raccords typiques aux éléments adjacents.

$R_w + C$ en fonction des raccords entre éléments de construction						
						</

Évaluation des facteurs d'influence sur l'isolation acoustique

L'isolation acoustique des cloisons légères dépend de plusieurs facteurs d'influence:

- profilés montants: type et entraxe
- exécution de l'isolation de l'espace creux: profondeur et part de matériau isolant
- parement: type, épaisseur, poids et disposition des parements
- raccords et éléments adjacents

Plusieurs analyses ont permis de déduire les valeurs empiriques suivantes.

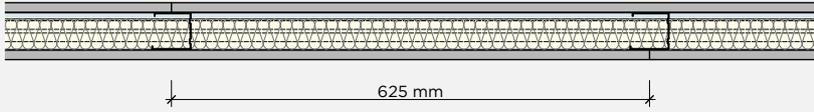
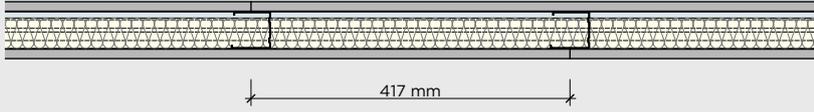
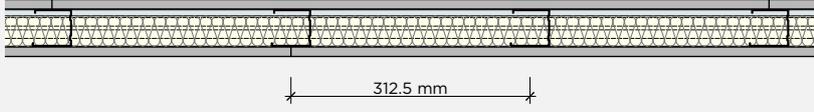
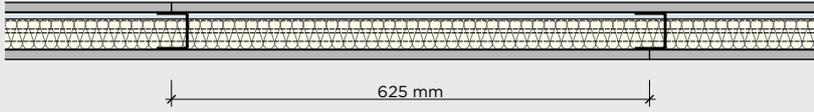
Exécution	Diminution de l'isolation acoustique dB			
	-6	-4	-2	0
CW 50/75 exécution standard  625 mm Épaisseur de tôle des profilés montants CW 0.6 mm				
CW 50/75  417 mm Épaisseur de tôle des profilés montants CW 0.6 mm				
CW 50/75  312.5 mm Épaisseur de tôle des profilés montants CW 0.6 mm				
UA 50/75  625 mm Épaisseur de tôle des profilés montants UA 2.0 mm				

Tableau 8: cloisons de séparation à parement simple: influence de la disposition des montants et de l'épaisseur métallique des montants

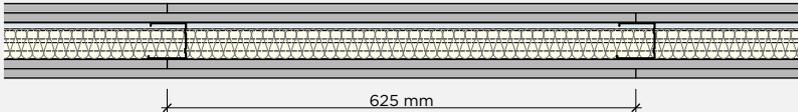
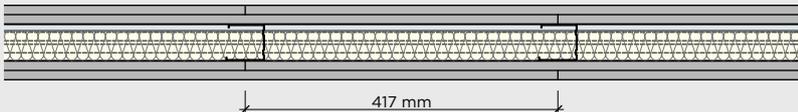
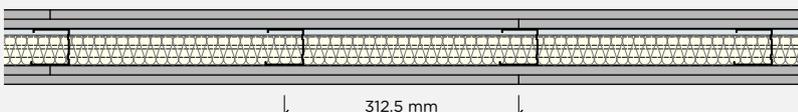
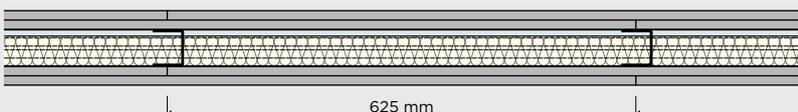
Exécution	Diminution de l'isolation acoustique dB			
	-6	-4	-2	0
<p>CW 50/100 exécution standard</p>  <p>625 mm</p> <p>Épaisseur de tôle des profilés montants CW 0.6 mm</p>				
<p>CW 50/100</p>  <p>417 mm</p> <p>Épaisseur de tôle des profilés montants CW 0.6 mm</p>				
<p>CW 50/100</p>  <p>312.5 mm</p> <p>Épaisseur de tôle des profilés montants CW 0.6 mm</p>				
<p>UA 50/100</p>  <p>625 mm</p> <p>Épaisseur de tôle des profilés montants UA 2.0 mm</p>				

Tableau 9: cloisons de séparation à parement double: influence de la disposition des montants et de l'épaisseur métallique des montants

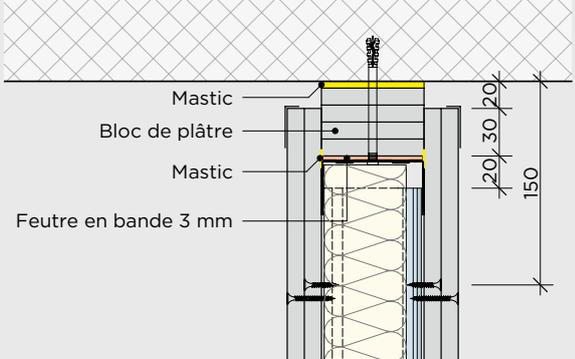
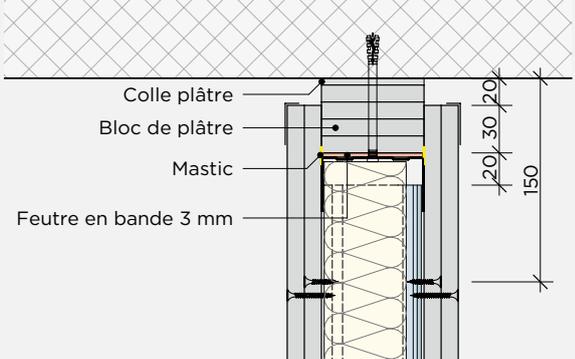
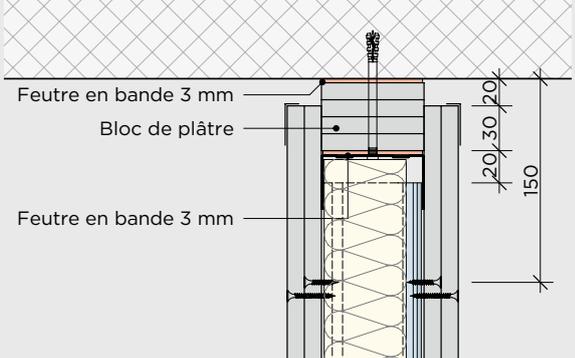
Exécution	Diminution de l'isolation acoustique dB			
	-6	-4	-2	0
<p>Non coulissant, étanchéité plâtre ou mastic (mastic = Rimastic. Plâtre = Alba® AGK PLUS, Alba® Alba®col PLUS, Rigips® Rifino PLUS ou système de masse à jointoyer Rigips® Vario)</p>				
<p>Coulissant jusqu'à 20 mm, étanchéité mastic-mastic (mastic = Rimastic)</p> 				
<p>Coulissant jusqu'à 20 mm, étanchéité plâtre-mastic (mastic = Rimastic. Plâtre = Alba® AGK PLUS, Alba® Alba®col PLUS, Rigips® Rifino PLUS ou système de masse à jointoyer Rigips® Vario)</p> 				
<p>Coulissant jusqu'à 20 mm, sans étanchéité</p> 				

Tableau 10: influence des raccords au plafond

Influence de l'isolation des espaces vides

Des études relatives à l'influence du remplissage d'un espace vide avec de la laine minérale sur l'isolation acoustique d'une cloison légère à parement double ont démontré qu'il est possible:

- de diminuer la rigidité élastique de l'espace vide,
- de réduire le niveau de pression acoustique dans l'espace vide et
- de minimiser l'influence des résonances dans l'espace vide (dans le sens longitudinal et transversal).

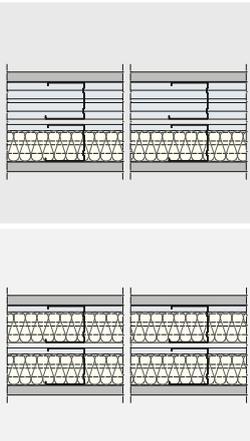
Ces influences sont synonymes d'amélioration de l'isolation acoustique d'une cloison légère à parement double grâce à une isolation des espaces vides en laine minérale. Les paramètres suivants et leur influence sur l'isolation acoustique ont été examinés:

- Résistance à l'écoulement rapportée aux longueurs
- Degré de remplissage
- Densité apparente

La résistance à l'écoulement rapportée aux longueurs r ($\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$) a été déterminée en tant que paramètre essentiel du matériau. Pour la laine minérale, on applique la règle suivante: plus la résistance à l'écoulement rapportée aux longueurs est élevée, plus la quantité d'énergie acoustique transformée en chaleur du fait du frottement sur la structure fibreuse est importante. Plus la structure de tissu est fine et dense, plus la résistance à l'écoulement rapportée aux longueurs est élevée. Il s'avère qu'il n'y a pas d'augmentation significative de l'isolation acoustique dans le cas de résistances à l'écoulement rapportées aux longueurs $r \geq 5 \text{ kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$ pour des constructions légères à parement double usuelles. La condition préalable est un degré de remplissage d'au moins 50 %.

Différentes publications spécialisées et différents tests relatifs à l'influence du degré de remplissage sur l'isolation acoustique montrent qu'une augmentation du degré de remplissage avec une isolation en laine minérale a un effet positif. Les systèmes de construction à sec actuels présentent un degré de remplissage d'env. 80 %. Des études ont démontré qu'en cas d'augmentation du degré de remplissage de 80 % à 100 %, on pouvait habituellement tabler sur une amélioration d'environ 1dB seulement. Dans le cas d'un degré de remplissage de 100 % et d'une installation serrée de l'isolation avec une rigidité élevée, il existe cependant un risque qu'il se produise un couplage non intentionnel des parements et ainsi une diminution de l'isolation acoustique.

L'influence de la densité apparente p (kg/m^3) d'isolations en laine minérale dans des systèmes de construction à sec sur l'isolation acoustique est quant à elle négligeable. Cela a été démontré par différentes études réalisées au Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche EMPA (rapport d'étude n° 5214010997) et à l'Institut fédéral supérieur technique d'enseignement et de recherche (Höhere Technische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt TGM, expertise TGM-VA AB 10814) sur la base de constructions à sec évaluées.

Construction à sec	Degré de remplissage	Épaisseur	Type d'isolant	Densité apparente	Résistance à l'écoulement rapportée aux longueurs	Indice d'affaiblissement acoustique apparent R_w ($C; C_{tr}$)
	50 %	50 mm	Laine de verre	11 kg/m ³	5,4 kPa · s/m ²	48 (-4; -12)
			Laine minérale	14 kg/m ³	8,0 kPa · s/m ²	48 (-4; -11)
			Laine de verre	30 kg/m ³	9,4 kPa · s/m ²	48 (-5; -13)
			Laine minérale	115 kg/m ³	39 kPa · s/m ²	48 (-5; -12)
			Laine de verre	128 kg/m ³	34 kPa · s/m ²	48 (-5; -13)
	100 %	2 × 50 mm	Laine minérale	11 kg/m ³	5,4 kPa · s/m ²	53 (-5; -12)
			Laine de verre	14 kg/m ³	8,0 kPa · s/m ²	53 (-4; -11)
			Laine minérale	30 kg/m ³	9,4 kPa · s/m ²	53 (-5; -13)
			Laine de verre	115 kg/m ³	39 kPa · s/m ²	52 (-3; -10)
			Laine minérale	128 kg/m ³	34 kPa · s/m ²	54 (-4; -11)

Isolation acoustique avec les doublages Rigips®

Le doublage est une manière simple d'améliorer l'isolation acoustique des éléments de construction massifs existants ou nouveaux. Grâce au système masse-ressort, cette construction est particulièrement efficace. Rigips® propose différents systèmes selon les exigences. En principe, ils peuvent être divisés en deux groupes:

- les doublages avec carreaux composites: Alba®phon et Rigitherm® laine minérale (la couche d'isolation est fixée directement sur l'élément de construction de base.)
- les doublages avec profilés montants métalliques.

Il faut tenir compte des aspects suivants pour obtenir des résultats optimaux:

- une construction la plus souple possible
- une désolidarisation mécanique du doublage et de la cloison massive
- une couche d'isolation poreuse dans l'espace vide avec une résistance à l'écoulement rapportée aux longueurs

$$r \geq 5kPA \frac{s}{m^2}$$

Selon les exigences, la profondeur de l'espace vide des doublages peut être optimisée avec des profilés montants métalliques. Le chapitre suivant fournit des notions de base qui constituent une aide à la planification. L'amélioration de l'isolation acoustique par un doublage dépend du type de l'élément de construction de base sur lequel la construction de doublage est appliquée. Les informations données ci-après décrivent une procédure réaliste et pratique.

Indice d'amélioration du bruit aérien des doublages avec profilés montants métalliques

Les doublages Alba® et Rigips® avec profilés montants métalliques sont optimisés pour l'amélioration acoustique. Les nombreux contrôles menés par Rigips® ont révélé de meilleures valeurs pour les indices d'amélioration par rapport à la norme DIN EN 12354-1.

Les valeurs d'amélioration acoustique ΔR_w [dB] pour les doublages peuvent être calculées avec les trois courbes A1-A3 en fonction de l'isolation acoustique de l'élément de construction existant. Les courbes sont données sur la base de la construction et de l'épaisseur de l'isolation du doublage.

Épaisseur de l'isolation d [mm]	Parement simple ou Alba® 25	Parement double ou Alba® 40	Parement triple
$30 \leq d < 60$	A3	A2	A2
$60 \leq d < 80$	A2	A1	A1
≥ 80	A1	A1	A1

Tableau 12: définition de la courbe de projet pour les doublages avec profilés montants métalliques

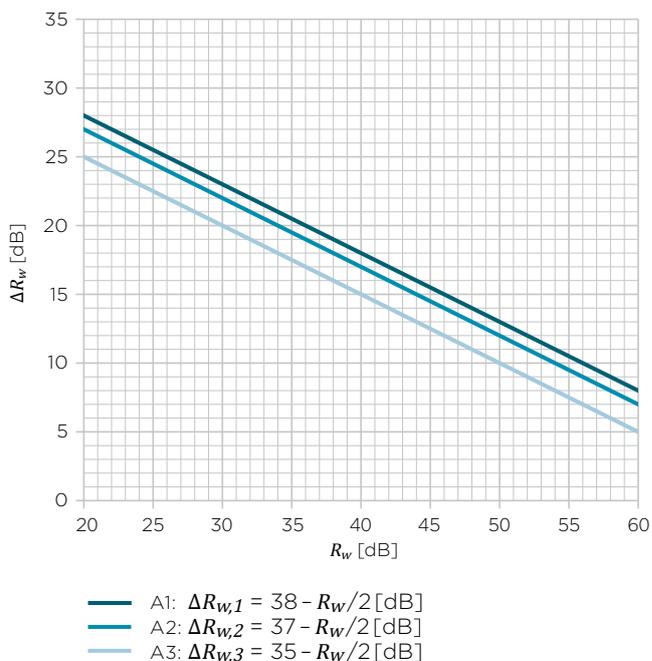


Illustration 11: courbes de projet pour les doublages avec profilés en acier

L'utilisation des plaques Rigips® Performance comme Habito®, Duraline®, Aquaroc, Rigidur® H, Glasroc F et X-Ray Protection dans toutes les couches de parement permet d'améliorer encore l'isolation acoustique de 1 dB.

Indice d'amélioration du bruit aérien des doublages avec carreaux composites

Les doublages avec carreaux composites sont constitués de carreaux Alba® et Rigips® revêtus, la laine minérale étant collée à pleine surface ou au moyen de points de colle à l'élément de construction existant. Outre les dimensions, la rigidité dynamique du matériau isolant a aussi son importance – étant donné que la suspension du système «masse-ressort-masse» est capturée dans la couche d'isolation – et elle a donc été optimisée.

Les valeurs d'amélioration acoustique ΔR_w [dB] pour les doublages peuvent être calculées avec les quatre courbes B1 et B2 en fonction de l'isolation acoustique de l'élément de construction existant. Les courbes sont données en fonction du carreau composite et de l'épaisseur de l'isolation.

Épaisseur de l'isolation d [mm]	Rigitherm® laine minérale collée	Alba® phon 25 collé	Alba® phon 40 collé
20	—	B2	B2
30	—	B2	B1*
40	B2	B2	B1
50	—	B1	B1

* s'applique pour une masse surfacique de l'élément de construction existant $m > 150$;
pour une masse $m \leq 150$ courbe B2

Tableau 13: définition de la courbe de projet pour les doublages avec carreaux composites

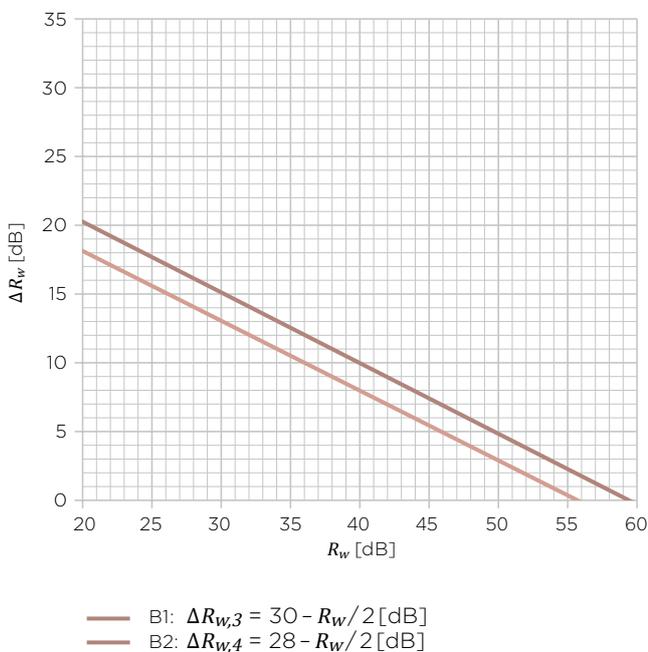


Illustration 12: courbes de projet pour les doublages avec carreaux composites

Isolation acoustique avec raccord aminci

La zone à disposition pour le raccord des cloisons à montants métalliques Rigips aux façades extérieures légères est souvent mince. On a alors recours à ce que l'on appelle un raccord aminci (effilement de la paroi, ou raccord amenisé à la façade) pour raccorder la cloison de séparation.

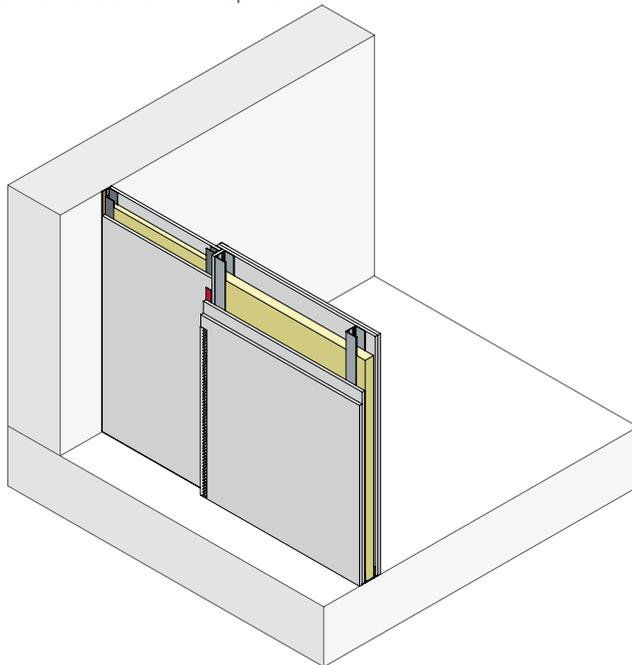


Illustration 13: Représentation schématique d'un raccord aminci

Le raccord aminci est plus mince que la cloison de séparation. Par conséquent, l'isolation acoustique est généralement moins bonne, et il faut prendre cela en considération lors de la planification. Plusieurs facteurs déterminent l'influence du raccord aminci sur l'isolation acoustique de pièce en pièce:

- l'isolation acoustique du raccord aminci lui-même
- l'isolation acoustique de la cloison de séparation
- le rapport entre la surface de la cloison de séparation et celle du raccord aminci
- les dimensions du raccord aminci
- les matériaux utilisés
- le raccordement du raccord aminci à la façade et à la cloison de séparation
- l'isolation acoustique des éléments de construction adjacents (en particulier de la façade «légère»)

Calcul de l'isolation acoustique des surfaces composées

Considérées individuellement, les constructions de cloison de séparation avec raccord aminci constituent un élément de séparation avec deux valeurs d'affaiblissement acoustique différentes. Si l'indice d'affaiblissement acoustique des différentes surfaces partielles est connu, l'équation suivante permet de déterminer l'indice d'affaiblissement acoustique général résultant ($R_{w,res}$):

$$R_{w,res} = -10 \lg \left[\frac{1}{S_s} \cdot \sum_{i=1}^n S_i \cdot 10^{-R_{i,w}/10} \right]$$

On a ici:

$R_{w,res}$: indice d'affaiblissement acoustique pondéré de la surface totale résultant en [dB]

S_s : surface totale de la construction en [m²]

S_i : surface partielle «i», par ex. portes, fenêtres ou raccord effilé en [m²]

$R_{w,i}$: indice d'affaiblissement acoustique de la surface partielle «i» en [dB]

Les différentes parts de surface et leurs valeurs d'affaiblissement acoustique sont intégrées dans le calcul de l'indice d'affaiblissement acoustique résultant. Cela signifie que plus la part de surface du raccord aminci est grande par rapport à la surface totale de l'élément de séparation, et plus la différence entre les valeurs d'affaiblissement acoustique des surfaces individuelles est grande, plus l'influence du raccord aminci sur l'indice d'affaiblissement acoustique résultant est grande. Dans de tels cas, le fait d'augmenter la valeur d'affaiblissement acoustique de la cloison a peu d'influence sur l'indice d'affaiblissement acoustique résultant.

Si la part de surface du raccord aminci est petite par rapport à la surface totale, le fait d'augmenter la valeur d'affaiblissement acoustique de la cloison permet de compenser dans une certaine mesure.

Le nomogramme représenté ici permet de déduire la diminution de l'indice d'affaiblissement acoustique en fonction de la différence des indices d'affaiblissement acoustique des surfaces partielles et de la part surfacique de la surface partielle plus petite. Exemple avec une cloison de séparation représentée avec porte:

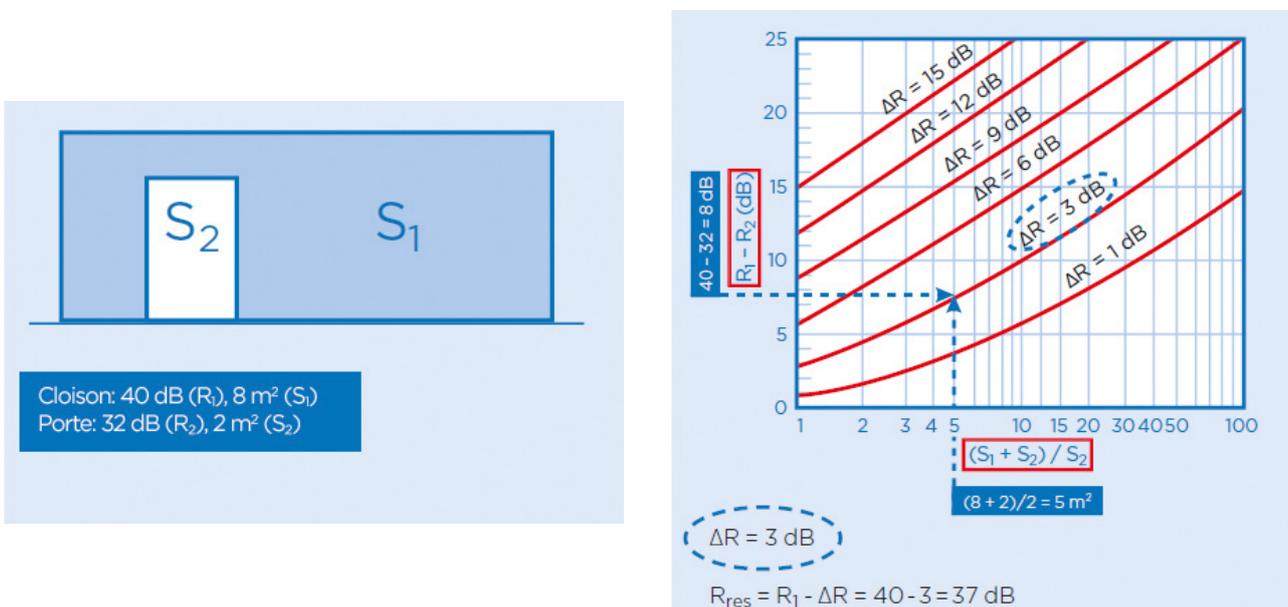


Illustration 14: Exemple pour déterminer l'indice d'affaiblissement acoustique résultant des parties composées

Raccords amincis Rigips

Rigips a étudié différentes variantes de raccords amincis pour déterminer leur effet d'isolation acoustique. Comme le Tableau 14 le montre, ces variantes se différencient par leur parement, leur exécution avec ou sans tôle d'acier et l'épaisseur de leur isolation. Les raccords amincis ont été testés avec une largeur de 625 mm.

Les variantes d'effilement suivantes ont été étudiées:

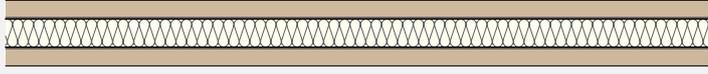
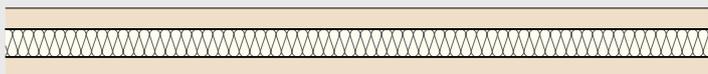
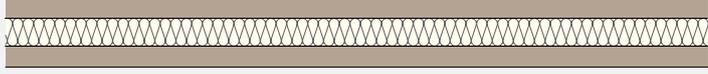
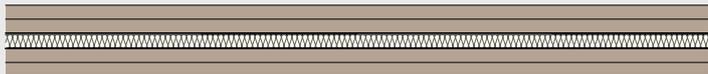
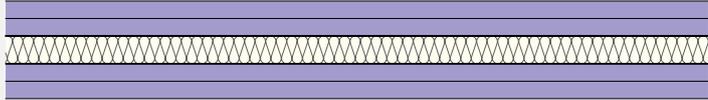
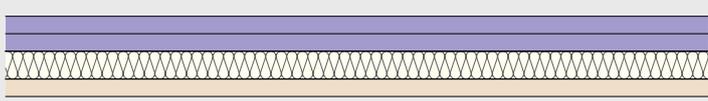
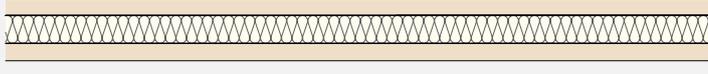
Structure de la construction	R _w [dB]	Esquisse du système
Effilement 1: Rigips® Habito 12.5 mm Tôle d'acier Rigips® 0.5 mm Laine minérale Rigips® 20.0 mm Tôle d'acier Rigips® 0.5 mm Rigips® Habito 12.5 mm Épaisseur totale 46.0 mm	41	
Effilement 2: Rigips® Duraline 15.0 mm Laine minérale Rigips® 20.0 mm Rigips® Duraline 15.0 mm Épaisseur totale 50.0 mm	44	
Effilement 3: Rigidur® H 15.0 mm Laine minérale Rigips® 20.0 mm Rigidur® H 15.0 mm Épaisseur totale 50.0 mm	43	
Effilement 4: Élément pour chape Rigidur® EE 20 20.0 mm Élément pour chape Rigidur® EE 30 MF 30.0 mm Épaisseur totale 50.0 mm	44	
Effilement 5: Rigips® Duo'Tech Duraline 25.0 mm Laine minérale Rigips® 20.0 mm Rigips® Duo'Tech Duraline 25.0 mm Épaisseur totale 70.0 mm	55	
Effilement 6: Rigips® Duo'Tech Duraline 25 mm Laine minérale Rigips® 20 mm Rigips® Duraline 12.5 mm Épaisseur totale 57.5 mm	50	
Effilement 7: Rigips® Duraline 12.5 mm Laine minérale Rigips® 20.0 mm Rigips® Duraline 12.5 mm Épaisseur totale 45.0 mm	43	

Tableau 14: Variantes d'effilement testées

Indices d'affaiblissement acoustique résultants

Les valeurs d'affaiblissement acoustique résultantes indiquées dans le tableau suivant s'appliquent pour un effilement qui représente une part de 8%, respectivement 16% de la surface totale.

Cela correspond par ex. à une cloison aux dimensions 7.2 m × 3.0 m avec un effilement de 0.625 m × 3.0 m pour 8%. Ou à une cloison aux dimensions 3.0 m × 3.28 m avec un effilement de 0.625 m × 3.0 m pour 16%.

Description de l'effilement (largeur 625 mm)	Indice d'affaiblissement acoustique effilement	Cloison de base* $R_w = 50$ dB		Cloison de base* $R_w = 56$ dB		Cloison de base* $R_w = 60$ dB		Cloison de base* $R_w = 63$ dB		Cloison de base* $R_w = 70$ dB	
		8%	16%	8%	16%	8%	16%	8%	16%	8%	16%
Part surfacique		Indice d'affaiblissement acoustique résultant $R_{w,res}$ [dB]									
°	R_w [dB]										
Effilement 1: 12.5 mm Rigips® Habito 0.5 mm Tôle d'acier Rigips® 20.0 mm Laine minérale Rigips® 0.5 mm Tôle d'acier Rigips® 12.5 mm Rigips® Habito	41	48	47	50	48	51	48	51	48	52	49
Effilement 2: 15.0 mm Rigips® Duraline 20.0 mm Laine minérale Rigips® 15.0 mm Rigips® Duraline	44	49	48	52	50	53	51	54	51	55	52
Effilement 3: 15.0 mm Rigidur® H 20.0 mm Laine minérale Rigips® 15.0 mm Rigidur® H	43	48	47	52	50	53	50	53	50	54	51
Effilement 4: 20.0 mm Élément pour chape Rigidur® EE 20 30.0 mm Élément pour chape Rigidur® EE 30 MF	44	49	48	52	50	53	51	54	51	55	52
Effilement 5: 25.0 mm Rigips® Duo'Tech Duraline 20.0 mm Laine minérale Rigips® 25.0 mm Rigips® Duo'Tech Duraline	55	50	50	56	55	59	58	61	60	65	62
Effilement 6: 25.0 mm Rigips® Duo'Tech Duraline 20.0 mm Laine minérale Rigips® 12.5 mm Rigips® Duraline	50	50	50	55	54	58	55	59	56	61	57
Effilement 7: 12.5 mm Rigips® Duraline 20.0 mm Laine minérale Rigips® 12.5 mm Rigips® Duraline	43	48	47	52	50	53	50	53	50	54	51

Tableau 15: Tableau synoptique

* La documentation technique indique les structures exactes des cloisons de base avec les indices d'affaiblissement acoustique correspondants.

Exemple de calcul pour l'indice d'affaiblissement acoustique

Dans le cas d'une cloison de base Rigips® avec $R_w = 60$ dB **a**, c'est l'effilement 5 **b** qui est utilisé avec une part de surface de 8% **c**. Cela donne un indice d'affaiblissement acoustique pondéré résultant de $R_{w,res} = 59$ dB **d**.

Exemple de dessin pour l'indice d'affaiblissement acoustique

Cloison en construction à sec avec 60 dB: Système 1-HA.1.2-10 (CW 75/125)

+ effilement 5 → indice d'affaiblissement acoustique résultant $R_{w,res} = 59$ dB

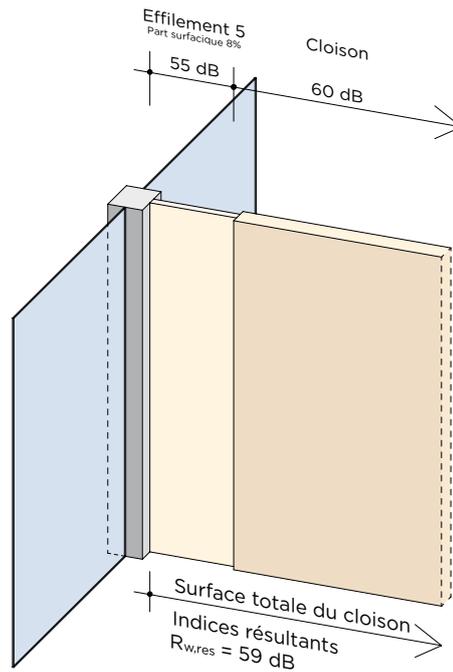


Illustration 15: affaiblissement acoustique

Raccords amincis à la partie d'ouvrage

Outre le fait de prendre en considération l'isolation acoustique des parties d'ouvrage adjacentes, le raccord de l'élément de séparation aux éléments de construction environnants est décisif pour la performance de la construction globale en matière de technique acoustique. Ce raccord doit être étanche et réalisé selon les règles de l'art. Tout défaut d'étanchéité conduit à une altération de l'isolation acoustique. Un doublage des raccords aux bords (par ex. feutre en bande Rigips) est nécessaire pour compenser les irrégularités, de même qu'un ragréage étanche aux éléments de construction environnants.

Détails: Raccord aminci au jambage de façade

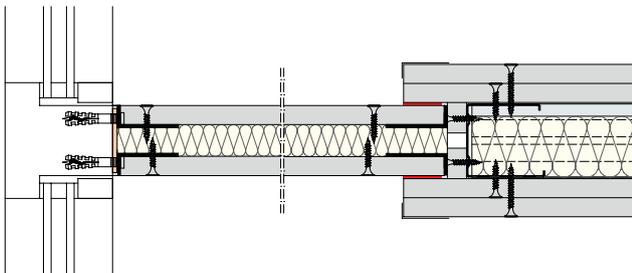


Illustration 16: Cornières d'angle vers l'extérieur

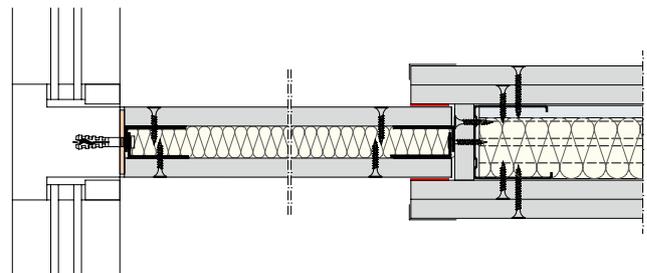


Illustration 17: Cornières d'angle vers l'intérieur

Le plus important en bref



Masse et rigidité à la flexion

La masse et la rigidité à la flexion, qui ont une influence sur la fréquence limite de coïncidence *fg*, sont les caractéristiques les plus importantes lors de l'évaluation de l'isolation acoustique des éléments de construction à parement simple

Indices d'affaiblissement acoustique élevés

Avec des éléments de construction à parement double, il est possible d'atteindre des indices d'affaiblissement acoustique très élevés grâce au système «masse-ressort-masse», et ce, malgré des constructions légères et minces

Norme SIA 181

En Suisse, la norme SIA 181 règle la protection contre le bruit entre les différentes unités d'un bâtiment. Outre la méthode de calcul, la norme donne des recommandations pour la performance d'isolation acoustique des éléments de construction séparateurs

Simple, économisent de la place

Les doublages Rigips® permettent d'atteindre facilement des valeurs d'amélioration de l'isolation acoustique tout en économisant de la place

Acoustique de salle

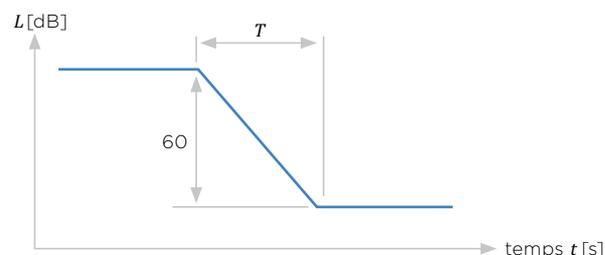
Bases théoriques acoustique de salle

L'acoustique d'une salle décrit la propagation du son à l'intérieur de la salle. Quand l'acoustique d'une salle est mauvaise, de nombreuses personnes en souffrent. Cela peut provoquer une fatigue rapide, voire la perte d'informations en présence de textes compliqués. Les performances des personnes qui se trouvent dans des locaux dont l'acoustique est peu favorable sont donc largement diminuées.

Temps de réverbération

Le temps de réverbération est le critère le plus ancien et le plus connu en matière d'acoustique de salle. Il exprime en chiffres la durée pendant laquelle on entend encore un son résonner dans la salle alors que la source sonore s'est déjà tue. Il s'agit de facto du temps en secondes nécessaire pour que le niveau de pression acoustique diminue de 60 dB après l'interruption de l'émission. Plus le temps de réverbération est long, plus on entend le son longtemps dans la pièce. Si le temps de réverbération est trop court, alors la pièce est trop isolée et on n'entend pas assez distinctement le son.

Le temps de réverbération d'une salle est principalement influencé par son aménagement géométrique et par le choix et la distribution des surfaces qui présentent des propriétés d'absorption acoustique et de réflexion du son. Pour la plupart des situations de salles, il est donné par la «formule de Sabine».



$$T = 0,163 \cdot \frac{V}{A}$$

T = temps de réverbération [s]

V = volume de la salle [m^3]

A = surface d'absorption acoustique équivalente [m^2]

Illustration 18: temps de réverbération

Absorption acoustique

L'absorption acoustique est l'outil le plus important pour la conception acoustique des salles. Elle décrit l'extraction de l'énergie acoustique d'une pièce par sa transformation en une autre forme d'énergie. Dans ce cadre, le comportement acoustique est déterminé par les surfaces absorbantes et réfléchissantes. Le comportement d'une salle en ce qui concerne l'absorption est déterminé par

les circonstances architectoniques, l'aménagement et l'affectation planifiée de la salle. Ce comportement est évalué au moyen du degré d'absorption acoustique.

Le degré d'absorption acoustique α donne le rapport de l'énergie acoustique non réfléchi sur l'énergie acoustique incidente.

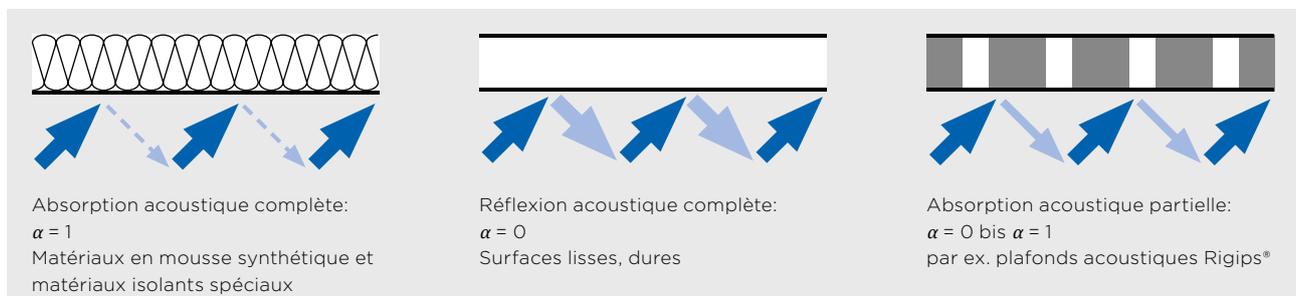


Illustration 19: degrés d'absorption acoustique pour différentes surfaces

En multipliant le degré d'absorption α d'un matériau par sa surface S , l'on obtient l'aire d'absorption équivalente A .

$$A = \alpha \cdot S [m^2]$$

A = aire d'absorption équivalente
 α = le degré d'absorption
 S = surface [m^2]

Le degré d'absorption acoustique α_s est la valeur de la capacité d'absorption acoustique d'un matériau en fonction de la fréquence. Cette valeur est mesurée en bandes de tiers d'octave par des essais acoustiques selon EN ISO 354.

Le degré d'absorption acoustique pratique α_p est la valeur de la capacité d'absorption en bandes d'octave en fonction de la fréquence. Pour déterminer α_p les valeurs α_s seront converties en valeurs par bandes d'octave selon EN ISO 11654.

Par exemple pour α_p pour 250 Hz:

$$\alpha_{p250} = \frac{\alpha_{s200} + \alpha_{s250} + \alpha_{s315}}{3}$$

α_p = degré d'absorption acoustique pratique
 α_s = degré d'absorption acoustique en fonction de la fréquence

Le degré d'absorption acoustique pratique α_p est arrondi par intervalles de 0.05 et est limité à 1.00.

Le degré d'absorption acoustique pondéré α_w est une valeur déterminée selon EN ISO 11654, caractérisée par une seule valeur, qui décrit la capacité d'absorption acoustique d'un matériau et qui n'est pas fonction de la fréquence. Pour déterminer α_w , une courbe de référence est tracée sur les valeurs α_p jusqu'à ce que la somme des écarts négatifs soit ≤ 0.1 . Le degré d'absorption acoustique pondéré α_w correspond à la valeur de la courbe de référence reportée à 500 Hz.

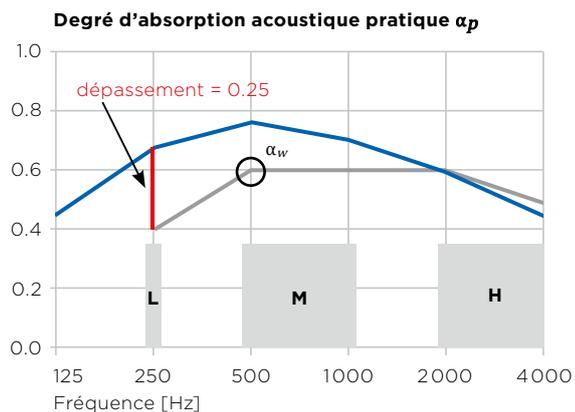
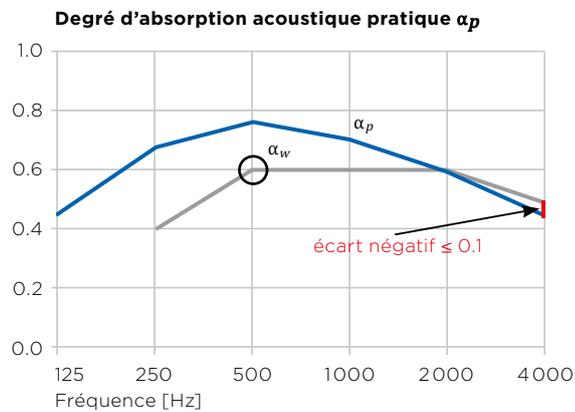


Illustration 20: méthode pour déterminer le degré d'absorption acoustique pondéré

Le degré d'absorption acoustique pondéré α_w peut être utilisé pour déterminer la classe d'absorption acoustique selon EN ISO 11654. Cependant, une classe d'absorption acoustique plus élevée n'a pas automatiquement pour conséquence une meilleure acoustique de salle.

Classe d'absorption acoustique	Degré d'absorption acoustique pondéré α_w
A	0.90; 0.95; 1.00
B	0.80; 0.85
C	0.60; 0.65; 0.70; 0.75
D	0.30; 0.35; 0.40; 0.45; 0.50; 0.55
E	0.25; 0.20; 0.15
Non classé	0.10; 0.05; 0.00

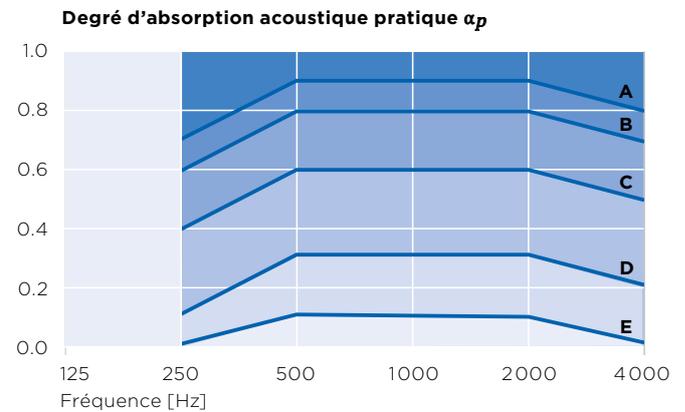


Illustration 21: représentation des classes d'absorption acoustique sous forme de tableau et de graphique

Facteurs d'influence sur le comportement de l'absorption

L'assortiment varié de plafonds acoustiques Rigips® permet de satisfaire à pratiquement toutes les exigences acoustiques. Les propriétés d'absorption acoustique des systèmes acoustiques Rigips® sont influencées par les facteurs suivants

Taux de perforation

En général, le choix du type de perforation a aussi une influence sur les propriétés acoustiques de la construction de plafond. Par exemple, une augmentation du taux de perforation a généralement pour conséquence une augmentation de l'absorption acoustique. Mais si le taux de perforation dépasse 25%, les valeurs ne changent plus que faiblement. Exemple avec un plafond acoustique Rigips® Ambiance, comparaison entre une perforation ronde 6/18 et une perforation ronde 12/25.

Degré d'absorption acoustique pratique α_p

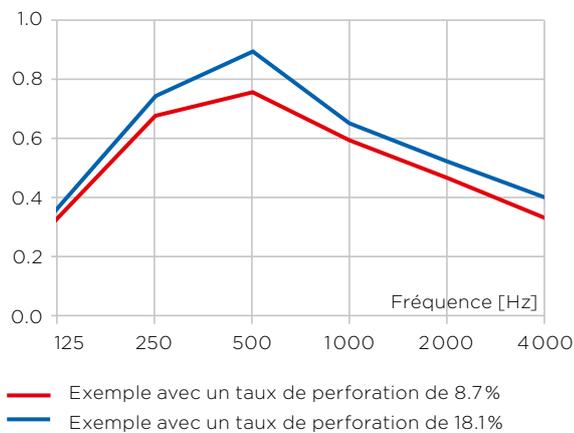


Illustration 22: influence du taux de perforation sur le comportement d'absorption

Hauteur de suspension/Espace aérien

Outre le type de perforation, l'espace aérien a aussi une influence décisive sur les propriétés acoustiques d'un plafond. Dans les cas où la hauteur de suspension est faible < 100 mm, la courbe d'absorption acoustique se déplace vers la plage des moyennes et hautes fréquences. Une augmentation de la hauteur de suspension a de nouveau pour conséquence une augmentation de l'absorption acoustique dans la plage des basses fréquences. Dans les cas où la hauteur de suspension est importante \geq 500 mm, cet effet se perd de nouveau.

Degré d'absorption acoustique pratique α_p

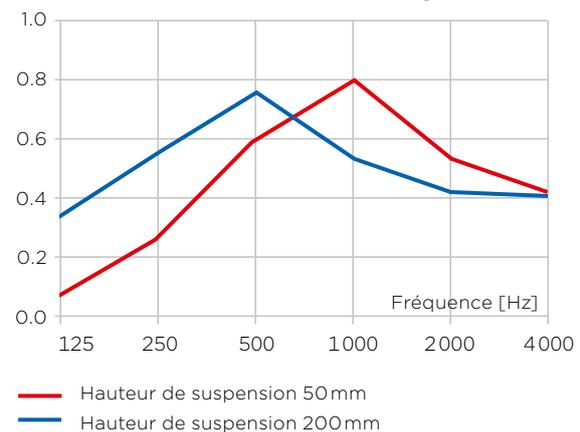


Illustration 23: influence du taux de perforation sur le comportement d'absorption

Garniture en laine minérale

Tous les systèmes de plafonds acoustiques Rigips® sont fabriqués en série avec un voile acoustique appliqué sur leur face arrière. Ce voile assure une acoustique optimale dans les cas où la voix humaine est la principale source de bruits, par exemple dans les bureaux, les écoles, les salles de conférence, etc.

Une garniture en laine minérale supplémentaire induit une augmentation de l'absorption acoustique – justement dans la plage des basses fréquences. C'est la raison pour laquelle il faudrait toujours prévoir une garniture en laine minérale pour les constructions de plafonds dans les cas où la hauteur de suspension est faible et en présence de dispositifs d'absorption pour cloison.

Exemple: Rigiton Ambiance 8/18

Degré d'absorption acoustique pratique α_p

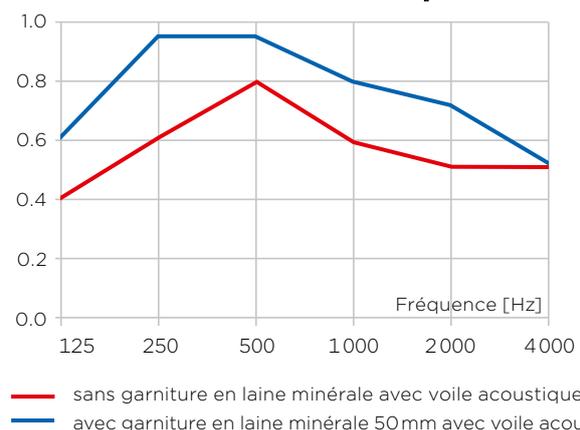


Illustration 24: influence du voile acoustique et de la garniture en laine minérale sur le comportement d'absorption

Planification de l'acoustique de salle

En Suisse, les exigences en matière d'acoustique de salle sont réglées par la norme SIA 181. Pour une conception plus précise des exploitations mixtes, il faudra consulter la norme DIN 18041. La SIA 181 règle uniquement les exigences en matière d'acoustique des locaux consacrés à l'enseignement et des salles de sport en prenant en compte certains facteurs.

Planification selon SIA 181

La SIA 181 règle l'exploitation correcte des locaux consacrés à l'enseignement et des salles de sport (sans public); dans ces circonstances, un degré minimum d'audibilité et d'intelligibilité de la parole est nécessaire. Des temps de réverbération T_{soll} sont donc fixés pour les locaux consacrés à l'enseignement jusqu'à 500 m³ et pour les salles de sport de 2000 à 8500 m³. Ces valeurs consignes s'appliquent à la situation où le taux d'occupation de l'espace correspond au moins à 80 % de l'occupation normale. La certification du respect de ce temps de réverbération se fait soit par calcul selon EN 12354-6, soit par la technique de mesure selon la norme EN ISO 3382.

Les temps de réverbération visés devraient être compris dans la plage de fréquence 100 à 5000 Hz, dans la plage de tolérance suivante (par rapport à T_{soll}).

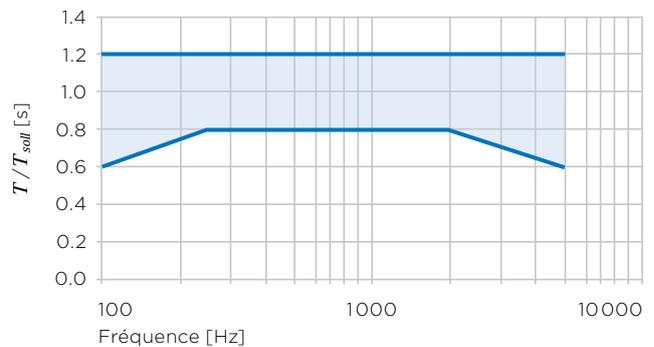


Illustration 25: plage visée pour les temps de réverbération de la voix

Pour les salles de sport, la valeur consignée T_{soll} dans la plage de fréquence entre 250 et 2000 Hz ne doit pas être dépassée de plus de 20 %. Pour les salles de plus grand volume > 8500 m³, des valeurs consignes de maximum 2,5 s sont recommandées dans la plage de fréquence entre 250 et 2000 Hz. Dans tous les cas, il faut préférer des temps de réverbération plus courts.

Planification selon DIN 18041

La norme DIN 18041 fixe les exigences et directives de planification en matière d'acoustique permettant d'assurer l'audibilité. Par «audibilité», on comprend l'aptitude d'une salle pour certaines représentations acoustiques, en fonction de son exploitation. Cette aptitude se réfère principalement à la communication orale à un niveau convenable et aux représentations musicales. Pour ce faire, la DIN 18041 divise les salles en deux types de salle et d'exploitation différents. Les salles du groupe A (salles de conférence, de tribunal, locaux consacrés à l'enseignement, salles de sport et piscines) pour une audibilité por-

tant sur des distances moyennes à élevées, et les salles du groupe B (surfaces commerciales, cantines, salles d'opération, zones publiques) pour une audibilité portant sur de faibles distances.

Dans le cas des salles du groupe A, la valeur consigne visée pour le temps de réverbération T_{soll} doit être déterminée en fonction du type d'exploitation et du volume effectif de la salle. Les courbes de la valeur consigne pour la musique, la parole et l'enseignement s'appliquent à des salles occupées.

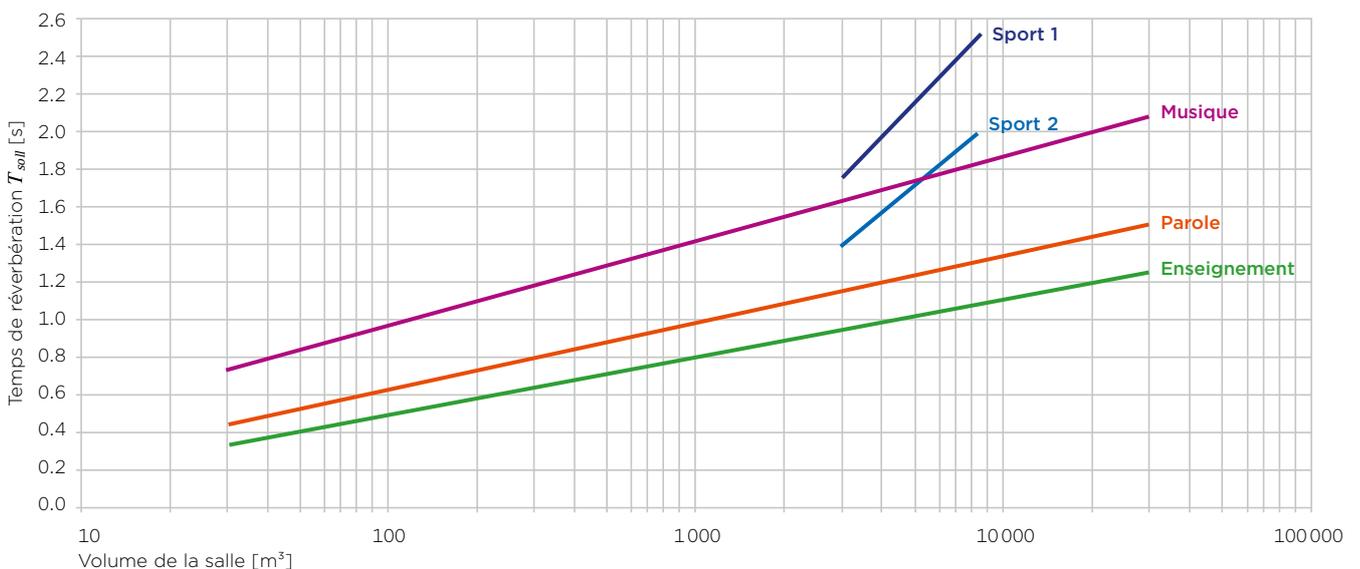


Illustration 26: courbes de la valeur consigne pour différents types d'exploitation

Sport 1: Salles de sport et piscines sans public, pour utilisation normale et/ou enseignement (une classe ou un groupe sportif, dialogue à teneur uniforme).

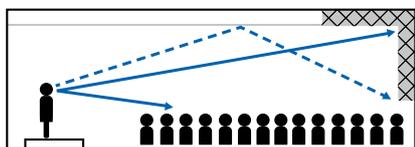
Sport 2: Salles de sport et piscines sans public, enseignement dispensé en parallèle (plusieurs classes ou groupes sportifs, simultanément avec dialogue à teneur variable).

Pour les locaux du groupe B, il n'est pas impérativement nécessaire de respecter une valeur consigne pour le temps de réverbération.

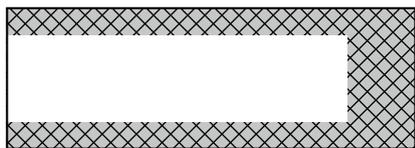
Pour les petits locaux jusqu'à 250 m^3 , le choix des dispositifs d'absorption appropriés ainsi que leur disposition ont une importance décisive dans la conception acoustique. Ainsi, par exemple, dans les salles avec un plan à angles droits, dont les cloisons sont planes et ne sont pas structurées par des meubles, des étagères, des retraits

pour fenêtres ou des tableaux et panneaux d'affichage de grande surface, il y a un risque d'échos flottants si le plafond est entièrement couvert d'un revêtement absorbant le son. Il est possible d'éviter cette situation si un pan médian du plafond est exécuté de façon à réfléchir le son.

Bonne répartition des dispositifs d'absorption

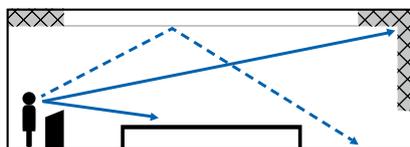


Vue latérale

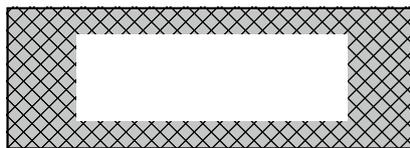


Vue des plafonds depuis le dessous

Bonne répartition des dispositifs d'absorption

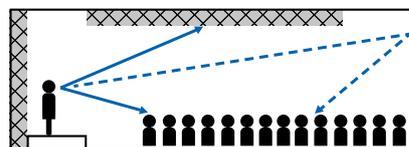


Vue latérale

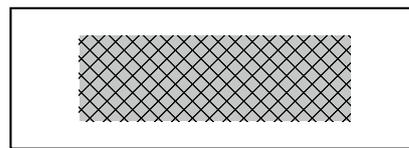


Vue des plafonds depuis le dessous

Mauvaise répartition des dispositifs d'absorption



Vue latérale



Vue des plafonds depuis le dessous

Illustration 27: répartition des dispositifs d'absorption dans les salles

Pour les salles moyennement grandes et les petites halles entre 250 et 5000 m^3 , il faut veiller à la disposition des matériaux absorbant le son; par ailleurs, il faut également être attentif à ce que les réverbérations utiles soient orientées et les réverbérations délétères évitées. Il est nécessaire de disposer et d'orienter les surfaces réfléchis-

santes de façon appropriée afin de renforcer le son utile sur de grandes distances, et ainsi obtenir une meilleure intelligibilité de la parole.

Pour les salles plus grandes et plus complexes, il est judicieux de faire appel à un planificateur spécialisé.

Le plus important en bref



Comportement acoustique d'une salle

Le comportement acoustique d'une salle est déterminé par la géométrie de la salle et par les surfaces absorbantes et réfléchissantes

Taux de perforation

Plus le taux de perforation des systèmes acoustiques Rigips® est élevé, plus l'absorption acoustique est élevée

Hauteur de suspension

Une hauteur de suspension entre 100 mm et 500 mm a un effet positif sur l'absorption acoustique dans la plage des basses fréquences

Capacité d'absorption acoustique

Une garniture en laine minérale augmente la capacité d'absorption acoustique d'un plafond acoustique

Protection thermique et protection contre l'humidité

Protection thermique

Une bonne protection thermique est nécessaire pour des raisons de confort et de bien-être, mais aussi sur un plan écologique et hygiénique. La protection thermique, la protection contre l'humidité déterminée par le climat et le confort sont en rapport direct les uns avec les autres.

La certification pour une protection thermique suffisante se fait en général selon les lois physiques des mouvements thermiques à l'état stationnaire, c'est-à-dire avec des conditions marginales fixes et invariables.

Aujourd'hui, chaque enveloppe de bâtiment, qu'elle soit nouvelle ou à assainir, doit aussi être prévue comme une interface avec un potentiel d'économie d'énergie considérable à long terme. Et ce, alors que les exigences en matière de confort d'habitat augmentent, et tout en respectant d'autres aspects architectoniques. Une bonne isolation thermique permet de diminuer la consommation d'énergie consacrée au chauffage, et donc les émissions de particules nocives, à une fraction de la valeur sans isolation. Avec ses mesures d'isolation intérieure, comme par exemple les doublages avec Alba[®]therm et Rigitherm[®] ou les doublages Rigips[®] avec profilés montants métalliques, la construction à sec est particulièrement appropriée pour apporter une contribution à cet égard.

Conductivité thermique λ et résistance thermique R

La conductivité thermique λ est une propriété spécifique des matériaux qui indique en watt (W) la quantité de chaleur qui traverse une couche de matériau de 1 m d'épaisseur sur une surface de 1 m² en une heure, lorsque la différence de température entre les deux côtés de la couche est de 1 K.

$$\lambda = \frac{Q \cdot d}{A \cdot \Delta\theta \cdot t} \quad [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$$

avec

A	surface en m ²	= 1 m ²
d	épaisseur de couche en m	= 1 m
Q	quantité de chaleur en W	
t	temps en h	
$\Delta\theta$	différence de température en K	= 1 K

Certains matériaux de construction conduisent bien la chaleur (par ex. les métaux), tandis que d'autres sont de moins bons conducteurs de chaleur (par ex. les matériaux isolants, le bois, le plâtre). Ces comportements différents sont décrits par la conductivité thermique λ . Les petites valeurs λ indiquent une faible conduction de chaleur, et ainsi une bonne isolation thermique.

Direction du flux thermique			
	vers le haut	horizontal ¹⁾	vers le bas
R_{si}	0.10	0.13	0.17
$R_{se}^{2)}$	0.04	0.04	0.04

- ¹⁾ Les valeurs pour «horizontal» s'appliquent jusqu'à un écart de $\pm 30^\circ$ par rapport à l'horizontale.
- ²⁾ Pour les éléments de construction contre la terre, la résistance à la transmission de chaleur extérieure est de $0 \text{ m}^2 \times \text{K}/\text{W}$.

Tableau 16: valeurs de calcul de la résistance à la transmission de chaleur en $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ selon DIN EN ISO 6946

Étant donné que les rapports entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment sont différents, les résistances à la transmission de chaleur R_S sont également différentes du côté intérieur et du côté extérieur.

La résistance thermique (résistance au passage de la chaleur) R pour un élément de construction à une seule couche est définie comme suit:

$$R = \frac{d}{\lambda} [(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$$

avec

- d épaisseur de l'élément de construction en m
- λ valeur de calcul de la conductivité thermique de l'élément de construction en $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

Le passage de la chaleur par un élément de construction multicouche RT doit être considéré en substance comme un couplage de résistances en série.

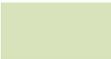
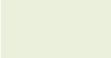
$$R_T = R_{si} + \sum_{i=0}^n R_i + R_{se} [(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$$

avec

- n nombre de couches de matériaux de construction
- R_i résistance thermique de la i -ième couche de matériau de construction en $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
- R_{se} résistance à la transmission de chaleur à l'extérieur de l'élément de construction en $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
- R_{si} résistance à la transmission de chaleur à l'intérieur de l'élément de construction en $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$

Coefficient de transmission thermique U

En Suisse, les normes suivantes s'appliquent pour la définition de la protection thermique.

	Valeur $U < 0.15$: nouvelle construction, performance ponctuelle MINERGIE/valeur U planifiée
	Valeur $U < 0.17$: nouvelle construction, MoPEC 08 et 14 (justificatif par performances ponctuelles)
	Valeur $U < 0.20$: nouvelle construction/assainissement, subvention Programme Bâtiments nouvelle construction, MoPEC 08
	Valeur $U < 0.25$: assainissement, MoPEC 08
	Valeur $U < 0.40$: protection thermique minimale selon la norme SIA 180:2014 (certification du système 380/1 nécessaire)

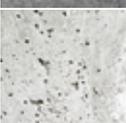
Structure de la cloison		Épaisseur du matériau d'isolation EPS [mm]									
		20	30	40	50	60	80	100	120	140	160
	Maçonnerie simple, béton cellulaire 24 cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.38	0.34	0.30	0.28	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14
	Maçonnerie composite en briques 30 cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 0.91 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
	Maçonnerie de pierre naturelle 50 cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 1.77 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.83	0.65	0.54	0.46	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.17
	Mur en béton apparent 25 cm $U = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$	1.00	0.76	0.61	0.51	0.44	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18
	Mur en béton contre la terre 25 cm $U = 3.23 \text{ W/m}^2\text{K}$	1.05	0.78	0.62	0.52	0.45	0.35	0.28	0.24	0.21	0.18

Tableau 17: coefficient de transmission thermique U de différents éléments de construction et isolation intérieure avec EPS, $\lambda = 0.031 \text{ W/m}^2\text{K}$ (par ex. avec carreaux composites Alba*therm et Rigitherm*)

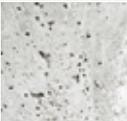
Structure de la cloison		Épaisseur du matériau d'isolation XPS [mm]								
		30	40	50	60	80	100	120	140	160
	Maçonnerie simple, béton cellulaire 24cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.32	0.29	0.26	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13
	Maçonnerie composite en briques 30cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 0.91 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.45	0.39	0.34	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.14
	Maçonnerie de pierre naturelle 50cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 1.77 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.60	0.49	0.42	0.36	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15
	Mur en béton apparent 25cm $U = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.68	0.55	0.45	0.39	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16
	Mur en béton contre la terre 25cm $U = 3.23 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.70	0.56	0.46	0.39	0.32	0.25	0.21	0.18	0.16

Tableau 18: coefficient de transmission thermique U de différents éléments de construction et isolation intérieure avec, $\lambda = 0.027 \text{ W/m}^2\text{K}$ (par ex. avec carreaux composites Alba*therm)

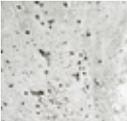
Structure de la cloison		Épaisseur du matériau d'isolation IPP/RIF [mm]									
		20	30	40	50	60	80	100	120	140	160
	Maçonnerie simple, béton cellulaire 24cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.38	0.34	0.30	0.28	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14
	Maçonnerie composite en briques 30cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 0.91 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
	Maçonnerie de pierre naturelle 50cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 1.77 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.83	0.65	0.54	0.46	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.17
	Mur en béton apparent 25cm $U = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$	1.00	0.76	0.61	0.51	0.44	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18
	Mur en béton contre la terre 25cm $U = 3.23 \text{ W/m}^2\text{K}$	1.05	0.78	0.62	0.52	0.45	0.35	0.28	0.24	0.21	0.18

Tableau 19: coefficient de transmission thermique U de différents éléments de construction et isolation intérieure en laine minérale, $\lambda = 0.036 \text{ W/m}^2\text{K}$ (par ex. doublages Rigips* et Alba* avec matériau isolant IPP et RIF)

Protection contre l'humidité

L'objectif de la protection contre l'humidité est d'éviter une humidité excessive sur la surface ou dans les éléments de construction. Il y a toujours une certaine humidité dans presque tous les matériaux. L'eau fait partie de la vie et de la construction.

L'effet isolant des matériaux de construction et d'isolation est plus faible lorsqu'ils sont humides. La pénétration d'humidité pendant une période prolongée peut compromettre le bon fonctionnement de différents matériaux de construction et provoquer des dommages.

L'air ne peut absorber qu'une certaine quantité maximale d'eau sous la forme de vapeur avant d'être saturé. Le niveau de saturation dépend essentiellement de la température de l'air.

La vapeur d'eau se comporte comme un gaz sec aussi longtemps qu'elle se trouve dans l'air sous la forme de vapeur. Mais une fois que l'air est saturé, la quantité d'eau qu'il contient effectivement dépasse le niveau de saturation, ce qui provoque un dégagement de l'excédent d'eau liquide. De la condensation se forme alors aux noyaux de condensation contenus dans l'air. C'est ainsi que se forme le brouillard, ou alors l'eau se dépose sur la surface des corps solides sous la forme de condensation. Ce phénomène est aussi décrit comme la formation de condensation par franchissement à la baisse de la température du point de condensation. Mais cette condensation ne se produit pas qu'à l'air libre; elle se produit aussi avec la même régularité dans les matériaux de construction poreux.

En général, l'air ambiant contient moins de vapeur d'eau que la quantité nécessaire pour atteindre le niveau de saturation. Le rapport entre la quantité effective et la quantité maximale possible est alors désigné comme humidité relative φ , et ce quotient est exprimé - après multiplication par 100 - en pour cent.

$$\varphi = \frac{V_{\text{effectif}}}{V_{\text{Saturation}}} \cdot 100 \quad [\%]$$

Humidité critique de la surface

En principe, la construction doit être dimensionnée de telle sorte qu'aucune condensation ne se forme sur les surfaces, à aucun endroit, et de sorte à exclure le risque d'infestation de moisissures. Pour garantir l'absence de moisissures, l'humidité de la surface - on entend par là l'humidité relative des couches d'air proches de la surface - ne doit pas dépasser la valeur de 80% sur une longue période.

Les zones exposées à l'humidité de la surface sont les endroits critiques vers les ponts thermiques et dans les coins de la moitié supérieure et inférieure de la salle. Les coins tridimensionnels dans la moitié inférieure d'une salle sont les plus exposés, si l'on fait abstraction de la convection empêchée par les meubles. De tels cas doivent de toute façon être étudiés séparément.

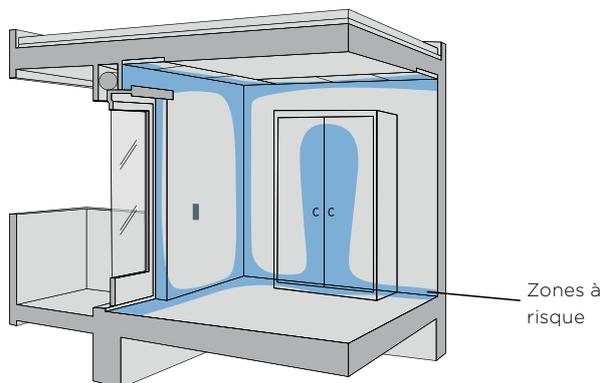


Illustration 28: zones à risque classiques

Limitation de l'humidité dans les constructions

Si deux espaces – dans le sens climatologique du terme – sont séparés par un élément de construction et s'il y a une différence de pression de vapeur d'eau entre les deux côtés, comme dans le cas de l'exemple précédent, alors une migration des molécules de vapeur d'eau se produit en direction de la condensation la plus faible. C'est le cas en hiver, principalement du côté chaud vers le côté froid. Il faut tenir compte du fait que ce n'est pas la quantité d'humidité relative qui entraîne la diffusion, mais bien la différence de pression entre les quantités de vapeur d'eau qui sont effectivement présentes.

De façon analogue à la densité de flux thermique, les différences de pression induisent une densité de courant de diffusion. Et, de façon analogue à la résistance thermique, les matériaux présentent aussi une résistance à la diffusion. Idéalement, il est recommandé d'élaborer la construction de telle sorte que les résistances à la diffusion des différentes couches diminuent du côté chaud au côté froid. Le courant de diffusion qui se manifeste – selon les conditions de pression de vapeur dominantes – pourra ainsi traverser librement l'élément de construction, sans que cela ne provoque la formation de condensation. En général, une telle structure est pratiquement inexistante, et ne peut pas être réalisée avec toutes les exigences relatives à l'enveloppe du bâtiment. Il y a encore l'exigence la plus importante, à savoir la protection du bâtiment contre l'humidité de l'extérieur. Cela se fait au moyen de matériaux étanches, qui sont presque toujours plus ou moins étanches à la vapeur. C'est la raison pour laquelle une accumulation limitée – et non délétère – d'humidité est admise, dans la mesure où elle peut toujours sécher par la suite. Ou exprimé autrement: il ne doit y avoir aucune accumulation d'humidité cumulée sur les années. Cette exigence est tout à fait primordiale pour les matériaux de construction sensibles à l'humidité, comme par exemple le plâtre, le bois et les matériaux dérivés du bois.

Confort

On entend par «confort» dans les locaux d'habitation l'état de bien-être ressenti par une personne utilisant une pièce, en fonction du climat de cette pièce. Le confort dépend de différentes circonstances:

- **influences de la pièce:**
 - la température ambiante de l'air
 - la température moyenne des surfaces environnantes
 - l'humidité ambiante relative
- **influences de l'être humain:**
 - son activité
 - son habillement
 - la circulation d'air
 - son état physiologique

Le confort thermique est une notion individuelle qui diffère en fonction des personnes. Par conséquent, il n'est pas possible d'évaluer formellement le confort thermique; il restera toujours une simple mesure statistique.

En Suisse, la commission de la SIA 180 a décidé de déterminer les conditions du confort de telle sorte que ces conditions sont considérées comme convenables lorsqu'au moins 80% des utilisateurs les ressentent comme confortables – à la condition que l'activité reste normale à l'égard de l'affectation des locaux, et avec un habillement approprié pour la saison.

La condition nécessaire pour garantir un débit volumétrique de l'air extérieur minimal est déterminée par des raisons hygiéniques. Étant donné que l'enveloppe du bâtiment doit en principe être étanche à l'air, cela nécessite une amenée d'air de l'extérieur afin de renouveler l'air ambiant. Cette ventilation contrôlée permet d'éviter l'accumulation de substances nocives et odorantes ainsi qu'une humidité ambiante trop élevée.

Confort en hiver

La température ressentie correspond approximativement à la moyenne arithmétique de la température ambiante et de la température des surfaces côté intérieur. Une faible température des surfaces murales rend ainsi nécessaire une température ambiante plus élevée pour assurer la sensation de confort.

Une retombée d'air froid se produit sur les murs extérieurs dont la température de surface est plus faible que la température ambiante de l'air. Cette situation peut provoquer l'apparition de courants d'air indésirables. Plus la différence de température entre l'air et la surface est importante et plus la hauteur de l'élément de construction est élevée, plus la vitesse du courant est élevée.

Les éléments qui permettent d'influencer le confort d'une construction sont donc principalement une bonne isolation thermique et l'utilisation de matériaux suffisamment climatisants pour la conception des surfaces, comme par ex. le plâtre et les matériaux de construction en bois.

Les températures des surfaces sont plus élevées en cas d'utilisation des systèmes d'isolation intérieure (comme par ex. Alba®therm et Rigitherm®), ce qui a une influence positive sur le confort.

Confort en été

Un bâtiment moderne doit offrir un confort thermique qui correspond à son affectation. Ces exigences en matière de confort devraient être remplies – autant que possible – avec un mode de construction sans climatisation active. Cette exigence force à prendre certaines mesures constructives, mais elle implique également un comportement approprié de la part de l'utilisateur. Parmi ces mesures, on retrouve notamment:

- une protection solaire efficace de toutes les fenêtres;
- l'utilisation d'une masse d'accumulation; par exemple, l'utilisation d'un matériau de construction massif comme les plaques de plâtre à parement double pour les cloisons de séparation du côté intérieur, ou un accumulateur de chaleur latent (PCM) comme Alba®balance pour les surfaces verticales et horizontales;
- une très bonne isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment;
- les charges thermiques internes doivent rester aussi faibles que possible;
- et enfin, un comportement correct de la part de l'utilisateur pour ce qui concerne l'aération traversante nocturne

Le plus important en bref



Rapport direct

La protection thermique, la protection contre l'humidité déterminée par le climat et le confort sont en rapport direct les uns avec les autres

Faible conductivité thermique

Les plaques de plâtre Rigips® présentent une faible conductivité thermique

Humidité

Les matériaux en plâtre ne devraient pas être exposés à l'accumulation d'humidité cumulée sur les années

Capacité latente à stocker la chaleur

Les plaques avec une capacité latente à stocker la chaleur, comme Alba®balance, peuvent être utilisées comme masse d'accumulation et ainsi contribuer au confort dans les locaux intérieurs

Statique

Planification statique

La vérification statique de la résistance à l'effondrement est généralement menée selon la norme DIN 4103-1 et la norme d'application DIN 18183-1 basée sur celle-ci, ainsi que sur les directives de la fiche technique IGG (Association fédérale allemande de l'industrie du plâtre, groupe industriel plaques de plâtre) N° 8.

Cas de charge qui agissent sur des cloisons de séparation non portantes

La série de charges envisagée, qui s'inspire de la pratique, est la suivante:

- Armoires suspendues et autres charges de console, fixées directement au parement à une hauteur de 1.65 m et dont la ligne de force est éloignée de 30 cm au maximum de la surface de la cloison – le tout étant conforme à l'utilisation prévue.
 - 1. Charges de console légères, max. 0,4 kN/m (40 kg/m)
 - 2. Charges de console plus élevées, max. 0,7 kN/m (70 kg/m)
- pour des cloisons de séparation avec un parement d'une épaisseur ≥ 18 mm.
- Les charges de console plus élevées doivent être reportées sur la sous-construction et faire l'objet d'une vérification séparée.
- Charge exercée par des personnes et non conforme à l'utilisation prévue.
 - 1. Choc exercé par le corps humain (choc doux) avec une énergie d'impact effective de 100 Nm.
 - 2. Charge linéaire de 0.5 kN/m (50 kg/m) à hauteur d'allège (90 cm au-dessus du point de pied de la paroi) due à une pression exercée par des personnes dans les endroits à faible fréquentation (domaine de pose 1).
 - 3. Charge linéaire de 1.0 kN/m (100 kg/m) à hauteur d'allège (90 cm au-dessus du point de pied de la paroi) due à une pression exercée par des personnes dans les endroits à forte fréquentation (domaine de pose 2).

Charge de surface équivalente (charge due au vent)

Le fait de prendre en considération une charge de surface équivalente de 0.285 kN/m² (28.5 kg/m²) s'est révélé adapté à la pratique.

Charges de console

Pour les cloisons de séparation, la charge de console définie est plus élevée, 0.7 kN/m (70 kg/m), avec une ligne de force qui est éloignée de la surface de la cloison de 30 cm au maximum. Elle peut être introduite à n'importe quel endroit de la cloison, pour autant que l'épaisseur du parement par côté de la cloison soit ≥ 18 mm. Pour les doublages, la charge de console est limitée par des normes à 0.4 kN/m (40 kg/m), indépendamment de l'épaisseur du parement.

Revêtements céramiques

Dans la pratique, un carrelage dont le poids atteint jusqu'à 25 kg/m² pour une surface de 1800 cm² au maximum (par ex. format 30 × 60 cm) s'est avéré non critique pour carreler des cloisons de séparation ou des doublages fixés conçus de manière appropriée. Il est recommandé de limiter le poids du carrelage à 15 kg/m² s'il est prévu de poser des revêtements céramiques sur des doublages (autoportants ou ajoutés) ou sur un enduit à sec. La pose sur des plaques Rigips® imprégnées doit se faire en une couche mince, avec une couche de colle continue. Les instructions du cahier 47 des directives de mise en œuvre Rigips doivent être respectées.

Capacité d'utilisation (critères de déformation)

Les critères de limitation de la flexion suivants sont définis comme exigences minimales relatives à la capacité d'utilisation pour ce qui concerne les charges statiques:

- hauteur de paroi 2,40 m à 4,00 m → flexion $f \leq h/200$
- hauteur de paroi > 4,00 m à 12,00 m → flexion $f \leq h/350$

Dans certains cas isolés (par ex. en présence de revêtements de cloisons sensibles à la déformation, comme dans le cas des cloisons pour installations sanitaires Rigips), il peut aussi être nécessaire d'appliquer un critère de flexion plus sévère $f \leq h/500$, voire, le cas échéant, une limitation absolue de la flexion.

Hauteurs maximales admissibles des systèmes de cloisons Rigips®

Tableau 20

Hauteur de paroi maximale h (en m) pour les cloisons de séparation Rigips® avec montants CW et plaques de plâtre Rigips® de 12.5mm ou 15.0mm d'épaisseur.

Montants métalliques Rigips (épaisseur = 0.6 mm)	Entraxe des montants en mm	Épaisseurs de parement en mm			
		1×12.5	2×12.5	3×12.5	1×15.0
CW50	625	(3.20) / -	4.00	5.20	(3.35)/-
	417	3.85	4.00	6.05	4.00
	312.5	4.00	4.35	6.50	4.00
CW75	625	4.00	5.05	7.65	4.00
	417	4.35	5.95	8.35	4.55
	312.5	4.85	6.50	8.75	5.10
CW100	625	5.10	7.15	9.60	5.30
	417	5.95	8.05	10.05	6.25
	312.5	6.60	8.55	10.40	6.90
CW125	625	6.65	9.05	11.00	7.00
	417	7.60	9.65	11.50	8.00
	312.5	8.30	10.10	11.85	8.65
CW150	625	8.20	10.35	12.00	8.60
	417	9.15	10.95	12.00	9.45
	312.5	9.70	11.40	12.00	10.00

ⓘ Cette valeur ne s'applique qu'au domaine de pose 1

Tableau 21

Hauteur de paroi maximale h (en m) pour les cloisons de séparation Rigips® avec montants CW et plaques de plâtre Rigips® de 20.0mm ou 25.0mm d'épaisseur.

Montants métalliques Rigips (épaisseur = 0.6 mm)	Entraxe des montants en mm	Épaisseurs de parement en mm	
		1×20.0	1×25.0
CW50	625	(3.40)/2.30	3.85
CW75	625	4.00	4.10
CW100	625	5.60	6.05
CW125	625	7.55	8.20
CW150	625	9.20	9.75

ⓘ Cette valeur ne s'applique qu'au domaine de pose 1

Tableau 22

Hauteur de paroi maximale h (en m) pour les cloisons de puits d'installations, doublages autoportants et cloisons à montants doubles Rigips® avec montants CW séparés et plaques de plâtre Rigips® de 12.5mm ou 15.0mm d'épaisseur.

Montants métalliques Rigips (épaisseur = 0.6 mm)	Entraxe des montants en mm	Épaisseurs de parement en mm			
		1×12.5	2×12.5	3×12.5	2×15.0
CW50	625	(2.70) / -	(2.95) / -	(3.60) 3.15	(3.10) / -
	417	(3.25) / 2.50	(3.60) / 3.20	4.00	3.80
	312.5	(3.65) / 3.35	4.00	4.00	4.00
CW75	625	4.00	4.00	4.00	4.00
	417	4.00	4.00*	4.65	4.15
	312.5	4.15	4.55	5.25	4.75
CW100	625	4.15	4.50	5.15	4.65
	417	4.95	5.40	6.15	5.65
	312.5	5.55	6.15	6.90	6.40
CW125	625	5.25	5.80	6.50	6.00
	417	6.25	6.95	7.70	7.20
	312.5	7.05	7.75	8.55	8.05
CW150	625	6.45	7.15	7.90	7.40
	417	7.65	8.40	9.15	8.70
	312.5	8.50	9.25	9.90	9.50

○ Cette valeur ne s'applique qu'au domaine de pose 1

* flexion $\leq h/350$

Tableau 23

Hauteur de paroi maximale h (en m) pour les cloisons de puits d'installations, doublages autoportants et cloisons à montants doubles Rigips® avec montants CW séparés et plaques de plâtre Rigips® de 20.0mm ou 25.0mm d'épaisseur.

Montants métalliques Rigips (épaisseur = 0.6 mm)	Entraxe des montants en mm	Épaisseurs de parement en mm		
		1×20.0	2×25.0	2×25.0
CW50	625	(3.55) / 2.80	(2.70) / -	4.00
	417	4.00	(3.35) / 2.65	4.00
	312.5	4.00	3.85	4.05
CW75	625	4.00	4.00	4.05
	417	4.55	4.00	5.00
	312.5	5.20	4.30	5.70
CW100	625	5.00	4.15	5.40
	417	6.10	5.15	6.60
	312.5	6.90	5.90	7.45
CW125	625	6.40	5.45	6.85
	417	7.70	6.65	8.20
	312.5	8.60	7.55	9.10
CW150	625	7.85	6.80	8.30
	417	9.15	8.15	9.55
	312.5	9.95	9.10	10.35

○ Cette valeur ne s'applique qu'au domaine de pose 1

Tableau 24

Hauteur de paroi maximale h selon DIN 18183-1 des cloisons à montants doubles Rigips® avec des profilés Rigips® CW assemblés les uns aux autres et des plaques de plâtre Rigips® de 12.5 mm d'épaisseur (indication de la hauteur h en m).

Montants métalliques Rigips (épaisseur = 0.6 mm)	Entraxe des montants en mm	Épaisseurs de parement en mm
		1 × 20.0
CW50 + 50	625	(4.50) / 4.00 (4.00)* / 2.60*
CW75 + 75	625	(6.00)* / 5.50*
CW100 + 100	625	(6.50)* / 6.00*

○ Cette valeur ne s'applique qu'au domaine de pose 1

* flexion $\leq h/500$

Tableau 25

Hauteur de paroi maximale h pour les cloisons de séparation Rigips® avec montants en profilés UA et plaques de plâtre Rigips® de 12.5 mm ou 15.0 mm d'épaisseur (indication de la hauteur h en m).

Montants métalliques Rigips (épaisseur = 2.0 mm)	Entraxe des montants en mm	Épaisseurs de parement en mm			
		1 × 12.5	2 × 12.5	3 × 12.5	1 × 15.0
UA50	625	4.00	4.00	5.55	4.00
	417	4.00	4.70	6.45	4.05
	312.5	4.35	5.25	6.95	4.50
UA75	625	5.00	6.15	8.15	5.20
	417	5.85	7.15	9.00	6.10
	312.5	6.50	7.80	9.40	6.75
UA100	625	6.90	8.45	10.05	7.15
	417	7.95	9.35	10.75	8.20
	312.5	8.75	9.90	11.20	9.00
UA125	625	8.70	10.10	11.65	9.05
	417	9.70	10.95	12.00	9.95
	312.5	10.45	11.60	12.00	10.65
UA150	625	10.15	11.55	12.00	10.40
	417	11.15	12.00	12.00	11.45
	312.5	12.00	12.00	12.00	12.00

Tableau 26

Hauteur de paroi maximale h (en m) pour les cloisons de séparation Rigips® avec montants UA et plaques de plâtre Rigips® de 20.0 mm ou 25.0 mm d'épaisseur.

Montants métalliques Rigips (épaisseur = 2.0 mm)	Entraxe des montants en mm	Épaisseurs de parement en mm	
		1×20.0	1×25.0
UA50	625	4.00	4.00
UA75	625	5.10	5.70
UA100	625	7.35	8.00
UA125	625	9.30	9.85
UA150	625	10.75	11.30

Tableau 27

Hauteur de paroi maximale h (en m) pour les cloisons de puits d'installations, doublages autoportants et cloisons à montants doubles Rigips® avec montants UA séparés et plaques de plâtre Rigips® de 12.5 mm ou 15.0 mm d'épaisseur.

Montants métalliques Rigips (épaisseur = 2.0 mm)	Entraxe des montants en mm	Épaisseurs de parement en mm			
		1×12.5	2×12.5	3×12.5	2×15.0
UA50	625	3.85	4.00	4.00	4.00
	417	4.00	4.00	4.30	4.00
	312.5	4.00	4.20	4.85	4.40
UA75	625	4.45	4.70	5.35	4.90
	417	5.25	5.65	6.40	5.90
	312.5	5.95	6.40	7.15	6.65
UA100	625	6.05	6.50	7.30	6.75
	417	7.15	7.70	8.55	8.00
	312.5	8.05	8.60	9.30	8.90
UA125	625	7.70	8.35	9.10	8.65
	417	9.05	9.55	10.15	9.75
	312.5	9.85	10.35	10.95	10.55
UA150	625	9.30	9.85	10.50	10.05
	417	10.45	11.00	11.65	11.25
	312.5	11.40	11.90	12.00	12.00

Tableau 28

Hauteur de paroi maximale h (en m) pour les cloisons de puits d'installations, doublages autoportants et cloisons à montants doubles Rigips® avec montants UA séparés et plaques de plâtre Rigips® de 20.0 mm ou 25.0 mm d'épaisseur.

Montants métalliques Rigips (épaisseur = 2.0 mm)	Entraxe des montants en mm	Épaisseurs de parement en mm		
		1 × 20.0	2 × 25.0	2 × 25.0
UA50	625	4.00	3.85	4.00
	417	4.20	4.00	4.60
	312.5	4.80	4.00	5.30
UA75	625	5.20	4.45	5.55
	417	6.30	5.45	6.80
	312.5	7.15	6.20	7.70
UA100	625	7.15	6.20	7.60
	417	8.50	7.55	9.00
	312.5	9.35	8.50	9.75
UA125	625	9.05	8.10	9.40
	417	10.15	9.45	10.60
	312.5	11.00	10.25	11.45
UA150	625	10.45	9.65	10.80
	417	11.65	10.90	12.00
	312.5	12.00	11.85	12.00

Important

Les tableaux 20 jusqu'à 28 ne remplacent pas les indications fournies par la documentation technique de Rigips SA. Il faut se référer à la documentation technique de Rigips SA pour ce qui concerne les hauteurs de parois admises avec les différentes plaques de plâtre et plaques de plâtre fibrées Rigips® pour les systèmes de cloisons Rigips® (aussi et surtout en cas d'incendie).

Conditions de base

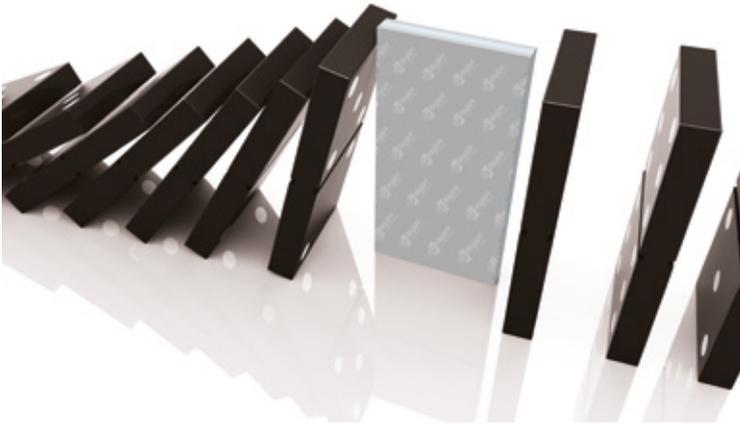
Les tableaux des pages 49 à 53 ont été établis en tenant compte des conditions marginales suivantes:

- Hauteurs de parois h entre 2.40 m et 12.00 m
- Limitation de la flexion maximale f
 - pour hauteur de paroi $h \leq 4.00$ m à $f \leq h/200$
 - pour hauteur de paroi $h > 4.00$ m à $f \leq h/350$
- Les hauteurs de parois sont toujours limitées par les deux combinaisons des cas de charge suivantes, qui sont déterminantes:
 - 1. Charge linéaire de 1.0 kN/m, respectivement 0.5 kN/m, en association avec une charge de console de 0.4, respectivement 0.7 kN/m.
 - 2. Charge de surface équivalente de 0.285 kN/m² en association avec une charge de console de 0.4, respectivement 0.7 kN/m
- Profilés montants métalliques Rigips avec une épaisseur de tôle nominale de 0.6 mm avec des profilés CW et 2.0 mm avec des profilés UA
- Exécution selon les règles de l'art, conformément aux directives de mise en œuvre Rigips
- Vis rapides avec diamètre nominal ≥ 3.5 mm et écarts entre les vis:
 - 750 mm pour la 1^{ère} couche de parement
 - 250 mm pour la 2^{ème} couche de parement

Remarques

Les systèmes agréés, respectivement les composants des systèmes Rigips®, sont les seuls admis comme matériel de raccord et d'assemblage pour garantir les hauteurs de parois maximales admises. La résistance des autres composants des systèmes doit faire l'objet d'une vérification séparée, en particulier celle des moyens de fixation et d'ancrage et celle liée à la transmission de la charge dans les parties d'ouvrage voisines (par ex. dalle en béton, parois). Les exigences en matière de protection incendie et d'isolation acoustique doivent également être prises en considération de manière séparée.

Le plus important en bref



Planification

Indication de charges linéaires et de charges de console pour faciliter la planification statique des cloisons en construction à sec non portantes.

Sécurité

Systèmes de cloisons Rigips® avec hauteurs de parois calculées de manière fiable.

Condition

Il faut utiliser exclusivement les composants des systèmes Rigips® comme matériel de raccord et d'assemblage afin de garantir les hauteurs de parois maximales admises pour les systèmes de cloisons Rigips®.

Exécution

Exécution selon les règles de l'art, conformément aux directives de mise en œuvre Rigips.

Protection sismique

Protection sismique: notions de base

En Suisse, heureusement, la plupart des gens sont confrontés uniquement par le biais des médias aux images de bâtiments – voire de villes entières – détruits par des tremblements de terre. Cependant, les normes suisses indiquent clairement qu'ici aussi, il pourrait y avoir d'importants tremblements de terre.

Actuellement, c'est la norme SIA 261:2020 qui définit le calcul des charges pour les édifices confrontés à un tremblement de terre en Suisse. Selon cette norme, les bâtiments doivent être dimensionnés et conçus de telle sorte qu'ils puissent résister à un séisme de dimensionnement défini. En outre, ils doivent faire preuve d'une résistance résiduelle suffisante après un séisme. Les éléments de construction non portants doivent aussi être conçus de sorte à éviter la mise en danger des personnes en cas de tremblement de terre, et à réduire les dommages finan-

ciers.

Les principaux objectifs sont par conséquent:

- la protection des personnes;
- la limitation des dommages;
- la garantie d'un bon fonctionnement sous la contrainte du séisme de dimensionnement

Selon SIA 261:2020, la Suisse est divisée en cinq zones sismiques. Une valeur de dimensionnement de l'accélération horizontale du sol a_{gd} est attribuée à chaque zone sismique.

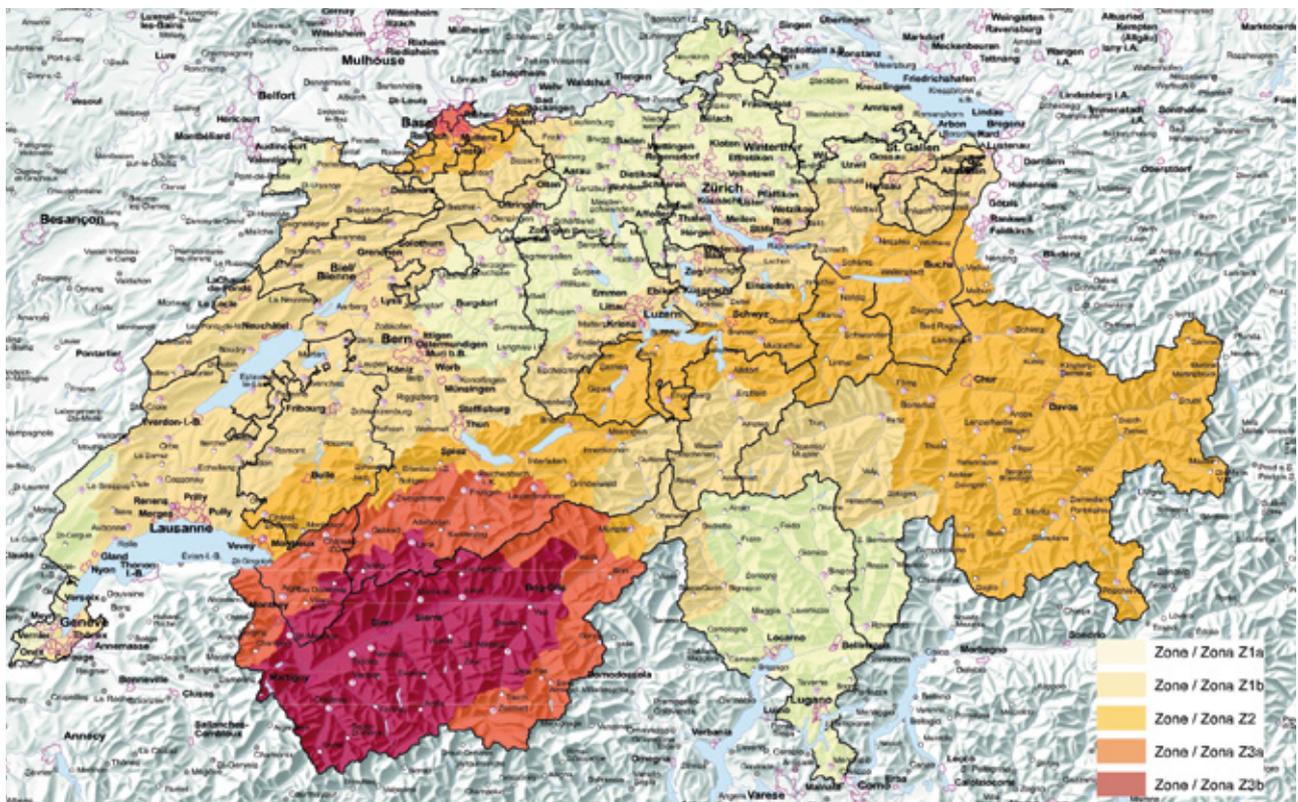


Illustration 29: zones de risque sismique en Suisse (Copyright © 2020 by SIA Zurich)

Z1a $a_{gd} = 0.6 \text{ m/s}^2$

Z1b $a_{gd} = 0.8 \text{ m/s}^2$

Z2 $a_{gd} = 1.0 \text{ m/s}^2$

Z3a $a_{gd} = 1.3 \text{ m/s}^2$

Z3b $a_{gd} = 1.6 \text{ m/s}^2$

Sécurité sismique des cloisons de séparation non portantes

Outre les certificats calculés, qui sont effectués par l'ingénieur planificateur, les mesures conceptuelles et constructives sont importantes pour l'amélioration du comportement en cas de tremblement de terre. Les éléments de construction statiquement non portants, comme les systèmes de cloisons et de plafonds Rigips®, apportent également une contribution au comportement d'un bâtiment en cas de séisme. Plus la masse totale du bâtiment est élevée, plus la masse qui vibrera en même temps est aussi élevée.

Dans ce cas, l'aménagement intérieur en construction légère offre cependant deux avantages importants:

- la réduction de la masse susceptible de vibrer
- une atténuation de la réaction dynamique

Avec le mode de construction à sec, la masse est très faible en comparaison avec les modes de construction en option. Par conséquent, pour les systèmes de cloisons et de plafonds de l'entreprise Rigips®, la contrainte sismique est généralement moins élevée que la contrainte statique dans le cas normal (voir le chapitre: Protection incendie - Certificat calculé de la sécurité structurale). Dans les zones de risque sismique accru, diverses mesures constructives peuvent tout de même être prises en considération pour une utilisation optimale de la construction à sec.

Pour les éléments de construction secondaires (systèmes de cloisons et de plafonds), les conditions de dimensionnement sismique doivent être prises en considération aussi bien pour l'élément de construction que pour ses fixations ou ses ancrages. En cas de risque accru de tremblement de terre, il faudrait donc avoir recours à des moyens de fixation testés et admis sur le plan sismique.

Calcul des forces résultantes consécutives à une action sismique

Pour garantir la sécurité sismique, la cloison doit pouvoir soutenir son propre poids, qui est accéléré par le mouvement horizontal, perpendiculairement au plan de la paroi. La SIA 261 met à disposition un processus de certification pour les éléments de construction non portants.

$$F_a = \frac{\gamma_f a_{gd} S G_a}{g q_a} \left[\frac{3 \left(1 + \frac{z_a}{h}\right)}{1 + \left(1 - \frac{T_a}{T_1}\right)^2} - 0.5 \right] \geq \frac{\gamma_f a_{gd} S G_a}{g q_a}$$

F_a = force horizontale à appliquer dans les deux directions

γ_f = coefficient de valeur pour la classe d'ouvrages

a_{gd} = valeur de dimensionnement de l'accélération horizontale du sol

S = paramètres du sol pour les classes de sol de fondation

G_a = poids propre de l'élément de construction

g = accélération gravitationnelle (gravitation)

q_a = coefficient de comportement pour les éléments de construction secondaires

z_a = hauteur de l'élément de construction au-dessus des fondations de l'édifice

h = hauteur totale de l'ouvrage

T_1 = comportement à l'oscillation propre de la structure porteuse

T_a = comportement à l'oscillation propre de l'élément de construction non portant

Le rapport entre le comportement à l'oscillation propre de la structure porteuse T_1 et celui de l'élément de construction non portant T_a est pris en considération ici. Cependant, dans la plupart des cas, ce rapport n'est pas égal à 1; la charge sismique à appliquer est donc plus faible que l'absorption de charges habituelle pour les cloisons en construction à sec. Pour le cas où le rapport le moins favorable $T_a/T_1 = 1$ se produit, les hauteurs de cloisons maximales admises suivantes peuvent être utilisées comme valeurs indicatives pour les systèmes de cloisons Rigips® sans détermination du comportement dynamique. (Henkel, Holl & Schalk, 2008)

Hauteurs de cloisons admises [m] pour les cloisons de séparation, entraxe des montants $s = 625$ mm, écart de fixation des profilés de finition des bords ≤ 1 m						
$S \times a_g$ [m/s ²]	Montants simples, parement simple 1×12.5 mm			Montants simples, parement double 2×12.5 mm		
	CW 50	CW 75	CW 100	CW 50	CW 75	CW 100
≤ 2.7						5.75
≤ 3.2	2.75	3.75	4.25	3.5	4.75	5.75 ¹⁾

Tableau 29: Hauteurs de cloisons admises pour les cloisons de séparation, montants simples, en fonction de la charge sismique

Hauteurs de cloisons admises [m] pour les cloisons de séparation, entraxe des montants $s = 625$ mm, écart de fixation des profilés de finition des bords ≤ 1 m, montants éclissés						
$S \times a_g$ [m/s ²]	Montants doubles, parement simple 1×12.5 mm			Montants doubles, parement double 2×12.5 mm		
	CW 50	CW 75	CW 100	CW 50	CW 75	CW 100
≤ 2.7					5.75	7.5 ¹⁾
≤ 3.2	2.75	5.0	6.5	3.5	5.25 ¹⁾	6.75 ²⁾

¹⁾ écart de fixation des profilés de finition des bords réduit à 0.75 m

²⁾ écart de fixation des profilés de finition des bords réduit à 0.5 m

Tableau 30: Hauteurs de cloisons admises pour les cloisons de séparation, montants doubles en fonction de la charge sismique

Hauteurs de cloisons admises [m] pour les doublages et les cloisons de puits d'installations, entraxe des montants $s = 625$ mm, écart de fixation des profilés de finition des bords ≤ 1 m						
$S \times a_g$ [m/s ²]	Montants simples, parement simple 1×12.5 mm			Montants simples, parement double 2×12.5 mm		
	CW 50	CW 75	CW 100	CW 50	CW 75	CW 100
≤ 3.2	—	2.5	3.0	—	3.0	3.25
	Profilés dos à dos (raccordés par la traverse)					
≤ 3.2	—	3.5	5.0	3.5	4.75	6.0

Tableau 31: Hauteurs de cloisons admises pour doublages et cloisons de puit d'installations en fonction de la charge sismique

Les tableaux se réfèrent à la charge sismique.

Les hauteurs de cloisons maximales admises fournies par les listes de système de la documentation technique doivent également être vérifiées.

Avec des hauteurs de cloisons plus importantes, il est nécessaire de connaître le comportement à l'oscillation propre des cloisons à montants métalliques pour faire un calcul plus précis. Les périodes d'oscillation propre des

cloisons à montants métalliques pour les dimensionnements sismiques se présentent de la manière suivante. (Henkel Holl, & Schalk, 2008)

Hauteur de la cloison [m]	Périodes d'oscillation propre des cloisons à montants métalliques [s], entraxe des montants $s = 625$ mm, écart de fixation des profilés de finition des bords ≤ 1 m					
	Montants simples, parement simple 1×12.5 mm			Montants simples, parement double 2×12.5 mm		
	CW 50	CW 75	CW 100	CW 50	CW 75	CW 100
2.75	0.15	0.10	0.07	0.18	0.12	0.09
3.0	0.17	0.12	0.09	0.21	0.15	0.11
3.25	—	0.14	0.10	0.25	0.17	0.13
3.5	—	0.16	0.12	0.28	0.20	0.15
3.75	—	0.18	0.14	0.33	0.23	0.18
4.0	—	0.21	0.16	0.37	0.26	0.20
4.25	—	0.23	0.18	—	0.30	0.23
4.5	—	0.26	0.20	—	0.33	0.25
4.75	—	—	0.22	—	0.37	0.28
5.0	—	—	0.24	—	0.41	0.31
5.25	—	—	—	—	0.45	0.34
5.5	—	—	—	—	0.50	0.38
5.75	—	—	—	—	—	0.41
6.0	—	—	—	—	—	0.45
6.25	—	—	—	—	—	0.49
6.5	—	—	—	—	—	0.53

Tableau 32: périodes d'oscillation propre

Des raccords coulissants peuvent être exécutés pour qu'il soit possible d'admettre sans destruction des déformations plus importantes sur les éléments de constructions attenants. Dans ce cas, le déplacement des étages calculé par l'ingénieur planificateur fixe la tolérance de mouvement nécessaire pour les raccords coulissants.

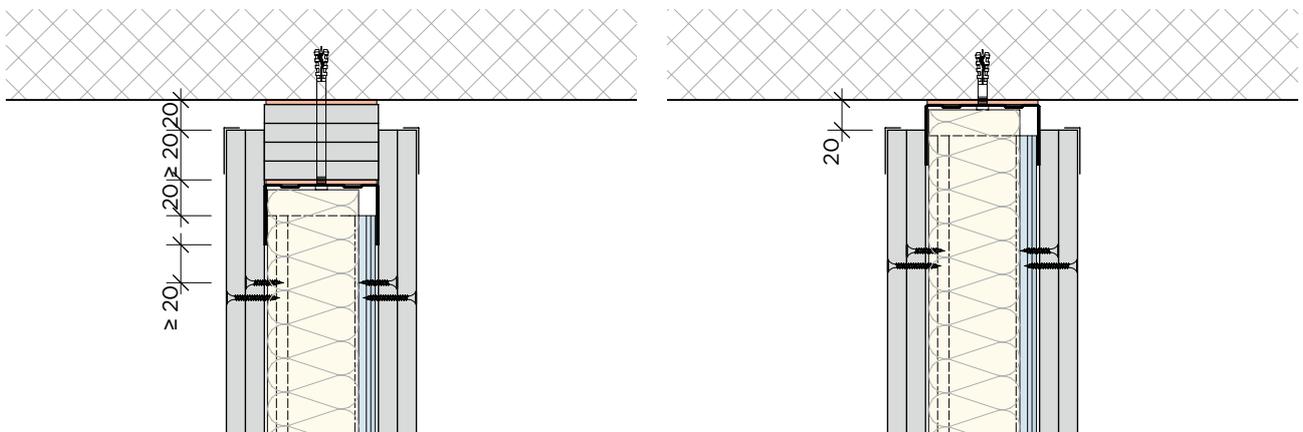


Illustration 30: exécution de raccords coulissants au plafond pour des flexions de plafond ≤ 20 mm

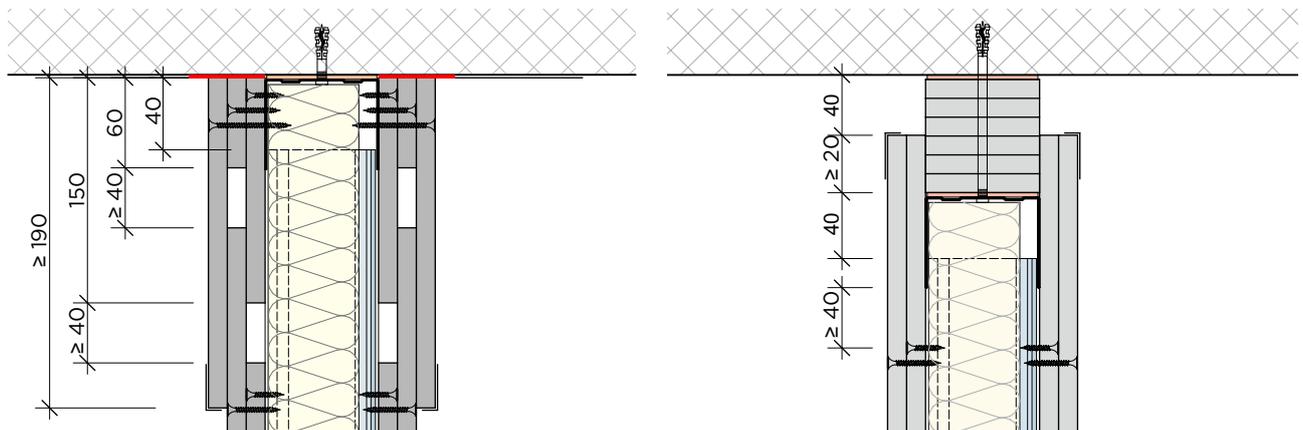


Illustration 31: exécution de raccords coulissants au plafond pour des flexions de plafond ≤ 40 mm

Exigences relatives aux fixations dans le béton

Concernant le matériel de fixation dans le béton pour les éléments non porteurs qui sont prévus pour les conditions de dimensionnement sismique:

- le matériel de fixation doit être admis pour les sollicitations sismiques ou
- il faut vérifier au moyen d'un modèle statique approprié que les chevilles ne présentent pas de défaillance en cas de sollicitations sismiques, respectivement qu'une mise en danger des personnes peut être exclue (évaluation des risques du système complet).

La responsabilité d'évaluer la nécessité de prendre en considération le cas de charge sismique pour les éléments non porteurs incombe au planificateur spécialisé.

Classes d'ouvrages

Selon la norme SIA 261, l'objectif de protection général recherché avec la projection parasismique consiste en la protection des personnes, la limitation des dommages et la garantie d'un bon fonctionnement des ouvrages importants sous la contrainte du séisme de dimensionnement.

Le tableau 33 ci-dessous détermine le degré de protection pour les ouvrages spécifiques. Cela permet de définir le niveau de sécurité, dans quelle mesure les objectifs de protection généraux recherchés sont remplis sous la contrainte du séisme normalisé pour l'ouvrage spécifique.

Classes d'ouvrages

CO	Caractéristiques	Exemples	Facteur d'amplitude γ_f (sécurité structurale)
I	- Tous les autres ouvrages, dans la mesure où des dégâts causés à l'environnement ne sont pas possibles	✓ Bâtiments résidentiels, administratifs et commerciaux ✓ Bâtiments industriels et entrepôts	1.0
II	- Fréquentation $F > 50$ personnes - Infrastructure ayant une fonction importante	✓ Hôpitaux (s'il ne s'agit pas de CO III), écoles, centres commerciaux, bâtiments de l'administration publique	1.2
III	- Infrastructure ayant une fonction vitale	✓ Hôpitaux de soins aigus, édifices d'importance vitale	1.5

Tableau 33: Classes d'ouvrages et facteurs d'amplitude, source SIA 261:2020

Sol de fondation

L'influence exercée par les conditions du sol de fondation doit être prise en considération par la classification du site de l'édifice dans une des classes de sol de fondation selon le tableau suivant:

Classe de sol de fondation	Description	Paramètre du sol S
A	Rochers	1.00
B	Sable ou gravier très dense ou argile très dure	1.20
C	Sable ou gravier dense ou moyennement dense ou argile dure	1.45
D	Roche meuble poreuse à moyennement dense	1.70
E	Couche superficielle de roche meuble	1.70

Tableau 34: Sol de fondation, source SIA 261:2020

Catégories de performance sismique pour le matériel de fixation

La conformité des fixations dans le béton pour le cas de charge sismique est réglementée par la directive ETA ETAG 001, annexe E. Cette directive décrit dans le Technical Report TR 045 un procédé permettant le dimensionnement des chevilles pour la répartition des charges sismiques dans les parties d'ouvrage en béton et en béton armé*. On fait la distinction entre les catégories de performance C1 et C2.

Le tableau 35 établit les catégories de performance recommandées (C1 et C2) en fonction du niveau de sismicité et de la classe d'importance de l'ouvrage en Suisse.

Le produit $a_g \cdot S$ permet la classification des actions sismiques sur un ouvrage comme «sismicité faible» ou «normale».

Niveau de sismicité		Classe d'importance de l'ouvrage selon SIA 261		
Classe	$a_g \cdot S^D$	I	II	III
faible	$0.05 \cdot g < a_g \cdot S \leq 0.10 \cdot g$	C1 ²⁾ ou C2 ³⁾		C2
> faible	$a_g \cdot S > 0.10 \cdot g$	C2		

Tableau 35: Catégories de performance sismique recommandées pour le matériel de fixation

Renvois

- 1) a_g = valeur de dimensionnement de l'accélération du sol sur un support de type A (SIA 261:2020)
S = coefficient pour le sol (tableau 34)
- 2) C1 pour les fixations des parties d'ouvrage non porteuses
- 3) C2 pour les assemblages entre parties d'ouvrage primaires et/ou secondaires sur le plan sismique

Comment ce tableau a été établi

En contraste avec le tableau dans le Technical Report TR 045, il existe deux classes de sismicité en Suisse, et non trois. Selon SIA 261:2020 rubrique 16.2.1.2, la Suisse présente une valeur de dimensionnement de l'accélération du sol a_{gd} de 0.60 m/s^2 même dans la zone nationale au plus faible risque Z1a. En comparaison, cette valeur, multipliée par le facteur d'importance γ_f de 1.0 – le plus faible pour la Suisse – et la catégorie de sol de fondation la plus favorable (classe de sol de fondation A, $S = 1.0$), est nettement supérieure à la limite de la «très faible sismicité» (0.49 m/s^2) selon EN 1998-1. Cette limite indique essentiellement si, selon EN 1998-1, les actions sismiques sur un bâtiment sont négligeables ou ne le sont pas. Il est donc admis que dans toute la Suisse, les ouvrages doivent être dimensionnés selon les actions sismiques.

En outre, la catégorie d'importance I selon EN 1998-1:2004 n'existe pas en Suisse. C'est ce qui explique le tableau 35 ci-dessus.

Exemple:

Bâtiment résidentiel à Bâle:

Zone Z3a → $a_{gd} = 1.30 \text{ m/s}^2$

Bâtiment résidentiel → facteur d'importance $\gamma_f = 1.0$

Classe de sol de fondation A → $S = 1.0$

Catégorie de performance sismique pour le matériel de fixation: **C2**

Remarque

*Les réglementations ne s'appliquent pas aux chevilles dans les zones critiques des ouvrages, dans lesquelles des éclats de béton ou des fissures très larges peuvent apparaître (par ex. les zones des joints plastiques). Ici, la largeur des fissures peut être nettement plus grande que la largeur des fissures pour laquelle les chevilles ont été testées.

Les exigences pour la catégorie C2 sont plus élevées que pour la catégorie C1. Pour la catégorie de performance C1, les homologations indiquent des résistances caractéristiques uniquement pour l'état-limite de la résistance. Par contre, pour la catégorie de performance C2, les résistances caractéristiques pour l'état-limite de la résistance sont listées, de même que les décalages pour les états-limite de la résistance et la capacité d'utilisation. Les catégories de performance de la cheville concernée sont indiquées dans l'homologation ETA.

Écarts recommandés pour le matériel de fixation

Le tableau suivant permet de choisir rapidement et simplement le matériel de fixation approprié sur le plan sismique pour les cloisons de séparation Rigips® et soutient le planificateur dans la planification de systèmes non porteurs parasismiques.

Écart recommandé pour le matériel de fixation sur dalles en béton [m]		Détail de raccord au plafond					
		Sans raccord coulissant		Bloc de plâtre, épaisseur: 25 mm		Bloc de plâtre, épaisseur: 50 mm	
Catégories de performance sismique		C1	C2	C1	C2	C1	C2
Matériel de fixation	SISMO SLA 8 × 75 mm	≤ 0.50	≤ 0.50				
	SISMO SLA 8 × 95 mm			≤ 0.33	≤ 0.25		
	SISMO SLA 8 × 115 mm					≤ 0.25	≤ 0.25

Tableau 36: Écarts recommandés pour le matériel de fixation pour les cloisons de séparation Rigips® dans les dalles en béton selon les catégories de performance sismique

Les écarts ci-dessus, concernant le matériel de fixation des cloisons de séparation Rigips® aux dalles en béton, doivent être considérés comme des valeurs de référence et sont donc indicatifs. Les écarts à respecter entre les éléments de fixation dépendent des différents cas particuliers et doivent être déterminés par l'ingénieur chargé du dimensionnement.

Conditions marginales

- Pour déterminer l'action sismique pour les cloisons de séparation Rigips®, les hypothèses suivantes ont été émises:
 - Le comportement défavorable entre le comportement à l'oscillation propre de la structure porteuse et de la partie d'ouvrage non porteuse: $T_a / T_1 = 1$
 - $z_a / h = 1$ (dans le cas le plus défavorable)
- Les vérifications pour les chevilles sont menées uniquement pour la résistance à la force de cisaillement. Les éventuelles diminutions consécutives à des ancrages près des bords ou à des entraxes réduits, ou encore dues à l'utilisation de groupes de chevilles, ne sont pas prises en considération.
- La transmission de la charge dans les parties d'ouvrage voisines (dalle brute) et les vérifications nécessaires quant à la rupture des bords de béton et l'éclat du béton à l'arrière doivent être garanties par l'ingénieur chargé de la planification.
- Pour déterminer les écarts recommandés pour le matériel de fixation dans le cas de blocs de plâtre, une exploitation limitée a été admise. En outre, sur le côté sûr, le coefficient de réduction pour déterminer la résistance à la force de cisaillement de la cheville (selon EOTA Technical Report TR 045) a été pris en considération, de même que le concept de défaillance des différentes chevilles décrit ensuite. Un habillage des blocs de plâtre avec un profilé UW/G supplémentaire est recommandé. L'ingénieur doit évaluer le système et déterminer les écarts à respecter pour le matériel de fixation en fonction de l'objet.
- Toutes les dispositions d'exécution et consignes de sécurité des clous pour charge lourde SISMO doivent être respectées.

Interaction entre la construction porteuse principale et les parties d'ouvrage non porteuses

L'action sismique sur les parties d'ouvrage non porteuses ne consiste pas seulement en l'accélération horizontale des éléments dimensionnés, mais aussi en l'interaction entre la construction porteuse principale et les parties d'ouvrage secondaires. Cette interaction dépend des propriétés dynamiques de la structure porteuse qui définissent les possibilités de déplacement relatif (entre les planchers d'étage). Par conséquent, le façonnage constructif des joints de raccord pour les cloisons en construction à sec doit largement permettre l'absorption – sans contraintes – de ces déformations relativement importantes de la structure porteuse principale. Par exemple avec des raccords coulissants. Par ailleurs, les dommages issus de contraintes pris en compte doivent être compatibles avec l'objectif de protection des personnes.

C'est la raison pour laquelle toutes les recommandations de Rigips SA concernent uniquement les systèmes non porteurs et leurs composants, et non pas le comportement à la sollicitation global de la construction porteuse principale. Le choix des systèmes Rigips n'est qu'une partie de la solution globale, et la fixation à la construction porteuse principale ainsi que toute la planification de la structure porteuse doivent être dimensionnées par l'ingénieur chargé de la planification. Par conséquent, la responsabilité quant à la planification et à l'exécution parasismiques demeure celle des planificateurs spécialisés et des entreprises associées.

Renoncement à une vérification pour les catégories de performance sismique des chevilles

Pour le dimensionnement des fixations des parois non portantes, il est possible de choisir des approches proposées par des ingénieurs, de manière à pouvoir renoncer aux chevilles avec vérification pour la catégorie de performance sismique.

Il est possible de vérifier au moyen d'un modèle approprié que les chevilles ne présentent pas de défaillance en cas de sollicitations sismiques, respectivement qu'une mise en danger des personnes peut être exclue en l'absence d'homologation sismique ou en cas d'homologation sismique inférieure (C1).

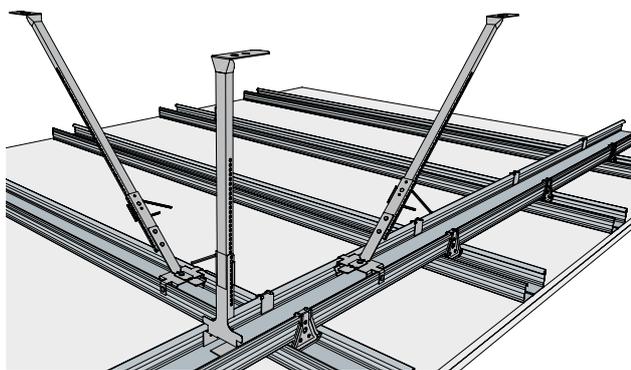
Il incombe au planificateur spécialisé responsable d'évaluer s'il y a mise en danger.

Le fait de prendre en considération la défaillance de chevilles individuelles et la limitation de l'exploitation permet d'assurer que la fixation ne puisse pas présenter de défaillance, même en cas de sollicitations sismiques. Cela dépend de la zone sismique en Suisse, de la catégorie d'importance du bâtiment ainsi que des indications spécifiques au projet sur la thématique sismique. Dans chaque cas, l'ingénieur planificateur détermine l'exploitation maximale par raccord, et il est supposé que les chevilles sont admises pour le béton fissuré.

Revêtements de plafonds et faux-plafonds en cas de sollicitations sismiques

Si des systèmes de plafonds Rigips® sont utilisés dans des zones où le risque d'activité sismique est accru, il faut respecter quelques points supplémentaires en plus du dimensionnement correspondant.

- exécution de la sous-construction comme ossature double
- hauteur de suspension aussi faible que possible
- suspensions avec résistance $\geq 0,4$ kN
- toujours visser les suspensions et les pièces de raccordement à la sous-construction
- poids du parement aussi faible que possible



Pour cette situation, il faut façonner, dans la zone de la suspension, des renforcements dans deux directions et avec un angle de 45° environ par rapport à la surface du plafond. Les renforcements doivent être disposés avec un écart maximal de 4 m dans les deux directions, et à une distance maximale de 2 m des cloisons adjacentes.

Nous recommandons un raccordement purement constructif aux murs périphériques. C'est pourquoi le renforcement diagonal doit commencer dès la première rangée de suspensions à partir du mur.

- tous les éléments de construction qui n'ont pas été pris en considération lors du dimensionnement (par ex. les conduites pour les installations) doivent être fixés séparément à la dalle brute
- raccord purement constructif aux cloisons périphériques (profilé de raccord comme aide au montage, aucune fonction portante!)
- Prise en compte des parts horizontales de l'effet de charge sur les faux-plafonds en cas de sismique et prévention des mouvements pendulaires incontrôlés du faux-plafond ainsi que des transferts de charge indésirables par des raidisseurs diagonaux ou des raccords rigide.

Dans les conditions suivantes, des renforcements doivent être intégrés en diagonale dans la sous-construction.

- hauteur de suspension ≥ 30 cm et/ou
- surface du plafond ≥ 25 m²

Illustration 32: Renforcement diagonal pour les grandes surfaces de plafond et les grandes hauteurs de suspension.

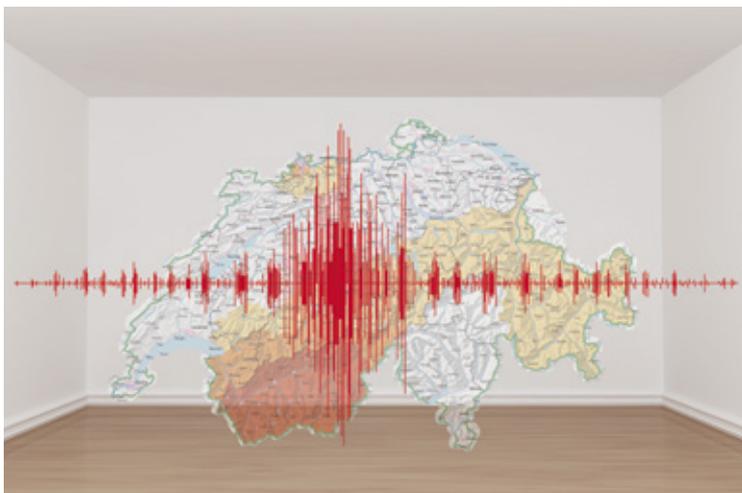
Les parts verticales de l'effet de charge sur les faux-plafonds en cas de tremblement de terre doivent être prises en considération dans le dimensionnement des écarts des profilés et des suspensions. Comme pour les cloisons en construction à sec, cela s'applique pour le cas où l'on rencontre le rapport le moins favorable $T_a/T_1 = 1$. Les charges supplémentaires suivantes sont un point de départ pour admettre les charges sismiques, pour le dimensionnement du plafond sans détermination du comportement dynamique.

$S \times a_g$ [m/s ²]	Charge supplémentaire pour les revêtements de plafonds et les faux-plafonds [kg/m ²]					
	Parement simple [mm]			Parement double [mm]		
	12.5	18	20	2×12.5	18+15	2×20
0.6	2	3	3	4	6	7
0.8	3	4	5	6	7	9
1.0	4	5	6	7	9	11
1.5	6	8	9	11	14	17
2.0	7	10	12	14	19	23
2.5	9	13	14	18	23	28
3.0	11	16	17	21	28	34
3.5	13 ³⁾	18	20	25	33	39

³⁾ tenir compte de la force de pression sur la suspension

Tableau 37: charge supplémentaire

Le plus important en bref



Éléments de construction non portants

Les éléments de construction non portants doivent aussi être conçus de sorte à éviter la mise en danger des personnes en cas de tremblement de terre.

Avantages importants

L'aménagement intérieur en construction légère offre deux avantages importants: une réduction de la masse susceptible de vibrer et une atténuation de la réaction dynamique de l'édifice.

Faibles contraintes

Avec le mode de construction à sec, la masse est très faible en comparaison avec les modes de construction en option. Par conséquent, pour les systèmes de cloisons et de plafonds de Rigips®, la contrainte sismique est généralement moins élevée que la contrainte statique dans le cas normal.

Moyens de fixation testés

En cas de risque accru de tremblement de terre, il faut avoir recours à des moyens de fixation ou à des ancrages testés et admis sur le plan sismique.

Bibliographie

- Böker, H. (1983). Trockenbaupraxis mit Gipskartonplatten-Systemen. Köln-Braznsfled, Allemagne: Rudolf Müller GmbH & Co.
- Association fédérale allemande de l'industrie du plâtre, groupe industriel plaques de plâtre. (Avril 2016). Fiche technique 8. Wandhöhen leichter trennwände – Stegausschnitte, Anschlüsse, Türen und Öffnungen. Berlin: IGG.
- Institut allemand de normalisation DIN. (2016). DIN 18041: 2016. Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung. Berlin: Beuth.
- Institut allemand de normalisation DIN. (Mai 2016). DIN 4102-4. Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, bauteile und Sonderbauteile. Berlin: Beuth.
- Institut allemand de normalisation DIN. (Décembre 2000). DIN EN 12354-1 – Calcul des propriétés acoustiques des bâtiments à partir des propriétés des parties d'ouvrage.
- Henkel, F.-O., Holl, D., & Schalk, M. (2008). Erdbebensicheres Bauen mit Trockenbau-Systemen. Iphofen.
- Hungerbühler, A. (1987). Technische Notiz Wärme- und Schalldämmung.
- J. Pfau, K. T. (2014). Trockenbau Atlas, 4. Auflage. Köln, Allemagne: Rudolf Müller GmbH & Co. KG.
- Lignum. (Mai 2015). Documentation Lignum protection incendie. Parties d'ouvrage en bois – plafonds, cloisons et revêtements avec résistance au feu. Zurich: Lignum.
- Saint Gobain Isover SA/B. Neubrand. (Pas de date). Physique appliquée du bâtiment. Bases théoriques et calculs relatifs à la protection phonique, thermique, contre l'humidité et l'incendie.
- Saint Gobain Rigips® GmbH. (2015). Schallschutz-Lösungen von Rigips®. Düsseldorf, Allemagne.
- Saint-Gobain Rigips® GmbH. (2016). Planen und Bauen. Grundlagen Bauphysik. Rigips® GmbH.
- Société suisse des ingénieurs et des architectes SIA. (2005). D 0189 – Bauteildokumentation Schallschutz im Hochbau – Zusammenstellung gemessener Bauteile. Zurich.
- Société suisse des ingénieurs et des architectes SIA. (2006). SIA 181: 2006. Protection contre le bruit dans le bâtiment. Zurich, Suisse: Beuth.
- Société suisse des ingénieurs et des architectes SIA. (Janvier 2012). EN 1363-1:2012. Essais de résistance au feu – Partie 1: Exigences générales. Zurich, Suisse: Beuth.
- Société suisse des ingénieurs et des architectes SIA. (2014). SIA 261. Actions sur les structures porteuses. Zurich, Suisse: Beutz.
- Association des établissements cantonaux d'assurance incendie AEAI. (Janvier 2015). Directives de protection incendie 2015. Berne, Suisse: AEAI.
- Zürcher, C., & Frank, T. (2010). Bauphysik Bau & Energie 3. Auflage. Zurich: vdf Hochschulverlag AG.

